

VII. Stamm.

Vertebraten oder Wirbeltiere.

Die Wirbeltiere gehören wie die *Arthropoden* und *Anneliden* zu Gliederung. den gegliederten Tieren, unterscheiden sich aber von ihnen durch den gänzlichen Mangel der äußeren Gliederung, der Ringelung der Körperoberfläche. Nur die segmentale Anordnung der inneren Organe: der Muskeln (Myotome, Myomere, Myocommata, Muskelsegmente, beim Embryo Urwirbel), der Nerven (Neurotome), des Skeletts (Sclerotome) und der Blutgefäße läßt die Metamerie des Körpers erkennen, am deutlichsten bei den niederen Formen, den *Fischen*, weniger deutlich und für die meisten Organe nur in der Embryonalanlage nachweisbar bei *Vögeln* und *Säugetieren*. Zum Teil hat der Mangel der äußeren Gliederung seinen Grund in der ausgesprochenen Heteronomie des Wirbeltierkörpers und in der hiermit zusammenhängenden, die Grenzkonturen verwischenden Vereinigung der Segmente zu Segmentkomplexen oder Körperregionen, deren man mindestens 3 (Kopf, Rumpf und Schwanz), meist sogar 6 (Kopf, Hals, Brust, Lenden oder Bauchregion, Becken- oder Sacralregion und Schwanz) unterscheidet. Noch wichtiger jedoch ist für die äußere Erscheinung die Beschaffenheit des Skeletts. Das Cuticularskelett, welches bei den *Arthropoden* Veranlassung für die deutliche Ringelung ist, fehlt den Wirbeltieren gänzlich; die Haut bleibt weich oder ist nur in untergeordnetem Maße, mehr zum Schützen als zum Stützen, an der Skelettbildung beteiligt (Hautskelett der *Fische*, *Krokodile*, *Schildkröten* etc.). Dafür bildet sich in der Achse des Körpers festes Gewebe aus, welches uns bei den allerniedersten Wirbeltieren und auf frühen Embryonalstadien als Rückensaite oder Chorda dorsalis entgegentritt, sonst aber sich zu Wirbelsäule und Schädel höher entwickelt. Es war ein Zeichen großen systematischen und vergleichend-anatomischen Scharfblickes, daß Lamarck den Namen „*Wirbeltiere*“ einführte. Noch heute wird mit Recht die durch Cuviers Typentheorie zur allgemeinen Geltung gelangte Bezeichnung beibehalten, wenn wir auch mit Rücksicht auf die wenigen Formen, welche an Stelle der Wirbelsäule nur die Chorda dorsalis besitzen, gezwungen sind, die Definition weiter zu fassen, als Lamarck, und anstatt von Tieren mit Wirbelsäule von Tieren mit Achsenskelett zu sprechen.

Wenn wir den *Amphioxus* ausnehmen, welcher noch von einem Integument. einschichtigen Cylinderepithel bedeckt ist, unterscheidet sich die Haut der Wirbeltiere (Fig. 26, S. 63) von dem Integument aller wirbellosen Tiere durch zwei Merkmale: 1. die Vielschichtigkeit der Epidermis (*Ep*), 2. die bedeutende Dicke der Lederhaut (*Co*). Die Epidermis ist nur bei den *Fischen* und *Amphibien* noch von einer zarten Cuticula bedeckt, solange nämlich alle Schichten der Epidermis noch von protoplasmatischen, hinfalligen Zellen gebildet werden (Fig. 26a). Meist ist eine solche cuticulare Abgrenzung überflüssig und schwindet daher, indem — besonders bei Landbewohnern — die oberflächlichen Zellenlagen der Verhornung unterliegen, d. h. eine Umwandlung ihrer weichen Zellsubstanz in Keratin erfahren und dadurch auch ohne Cuticula die genügende Widerstandsfähigkeit erhalten (Fig. 26b). Man unterscheidet dann am Epithel zwei Hauptschichten, das tiefere Stratum Malpighii (*s. M.*) und das oberflächliche Stratum corneum (*sc*). — Der zweite Bestandteil des Integuments, die Lederhaut oder das Corium (*Co*), gehört seiner Ent-

stehung nach dem Mesoderm an. Es besteht aus vielen, oft sehr regelmäßig übereinander geschichteten Lagen straffaserigen Bindegewebes und ist meist von den tiefer gelegenen Organen, namentlich den Muskeln, durch lockeres, lymphgefäßreiches Gewebe, das subcutane Bindegewebe, getrennt. — Beide Hauptabschnitte des Integuments können dem Wirbeltierkörper, abgesehen von der ihnen selbst innewohnenden Festigkeit, noch besondere Schutzapparate liefern. Die Hornschicht der Epidermis erreicht stellenweise eine besondere Mächtigkeit und bildet so das Schildpatt der *Schildkröten*, die Hornschuppen und Hornschilder der *Schlangen* und *Eidechsen*, die Federn der *Vögel*, die Haare und Hörner der *Säugetiere*. Endlich sind Epidermoidalprodukte auch die Krallen, Hufe und Nägel, die bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugetieren* vorkommen. Die Lederhaut kann Sitz von Verknöcherungen werden, welche man trotz ihrer von Hornschuppen ganz abweichenden Structur und Entwicklungsweise bei *Fischen* ebenfalls Schuppen, bei *Amphibien*, *Reptilien* und *Säugetieren* Hautknochen nennt. Sie bilden im Gegensatz zum Achsenskelett das Hautskelett.

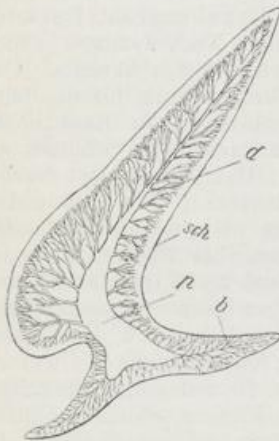


Fig. 472. Sagittalschliff durch die Schuppe von *Scyllium stellare* (nach einer Zeichnung von Hofer). *d* Dentin, *sch* Schmelz, *p* Pulpa-höhle, *b* Basalplatte.

Die Krallenplatte ist bei der Kralle (unguis) sowohl in querer wie longitudinaler Richtung gekrümmt (*III*), wodurch der untere Abschnitt, die lockere Krallensohle (*s*) eingeeengt wird. Beim Huf (ungula) ist die Platte (*I*) in querer Richtung stark gekrümmt, die Krallensohle zu einem schmalen, dem Plattenrand folgenden Streifen reduziert. Die geringste Krümmung der Platte ist für den Nagel (*II*) charakteristisch; indem hier die Sohlenplatte außerordentlich verkümmert, macht der Platten Nagel (lamna) den Eindruck einer rein dorsalen Bildung.

Von großer Bedeutung für das Verständnis der Hautossifikationen ist die Erkenntnis, daß alle Fischschuppen sich auf eine Ausgangsform, die Placoidschuppe der Selachier, zurückführen lassen. Dieselbe ist ein rhombisches Blättchen (Fig. 472, 508), welches in seiner Mitte

Dem Gesagten zufolge kann erhöhte Festigkeit der Wirbeltierhaut in dreierlei Weise erzielt werden: 1. In der Lederhaut bilden sich Knochenschuppen, welche das Epithel vorbuchten und von ihm aus einen festen Hornüberzug, die Hornschuppen, erhalten (Fig. 474 *II*); 2. es fehlen die Knochenschuppen, dagegen sind Hornschuppen vorhanden (*I*); 3. es sind Knochenschuppen vorhanden, dagegen ist die Epidermis weich und schleimig, weil ihr die Hornschicht noch fehlt. — Krallen, Hufe und Nägel (Fig. 473 *I*, *II*, *III*) sind Gebilde, welche sich auf terminale, die Spitzen der Zehen umfassende Hornschuppen zurückführen lassen. Eine derartige Schuppe muß aus einem oberen und unteren Teil bestehen. Ersterer, die Krallenplatte (*p*) ist der wichtigste; sein Wachstum wird bei Säugetieren mehr und mehr an die Basis, in die Krallenwurzel (*w*) verlegt, von wo aus sich das Gebilde über die obere Seite der Zehe, das Krallenbett hinüberschiebt.

einen spitzen Höker, den „Hautzahn“, trägt, so genannt, weil er in Bau und Entwicklungsweise mit den echten Zähnen der Mundhöhle übereinstimmt. Wie diese, besitzt er in seinem Innern eine von blutgefäßreichem Gewebe erfüllte Pulpahöhle; dieselbe ist von einer Schicht Elfenbein (Dentin) umgeben, auf welche nach außen eine homogene, wahrscheinlich als Schmelz (Substantia adamantina) zu deutende Schicht folgt. Hautzähne und echte Zähne sind dieselben Gebilde, welche infolge verschiedener Lagerung und der dadurch bedingten Verschiedenartigkeit der Function eine verschiedene Entwicklung genommen haben.

Die Schuppen der Fische sind noch von weiterem anatomischem Interesse, da sich auf sie außer den Knochenplatten, welche den Schildkröten, Krokodilen und manchen Säugetieren (Gürteltieren) einen widerstandsfähigen Panzer liefern, noch wichtige Teile des Achsenskeletts, die sekundären Knochen oder Belegknochen, zurückführen lassen. Unter Belegknochen versteht man Knochenplatten, welche, durch Verschmelzung von Hautverknöcherungen entstanden, in tiefere Schichten verlagert werden und zur Ergänzung des Achsenskeletts beitragen. Nach dem, was über

Fig. 473.

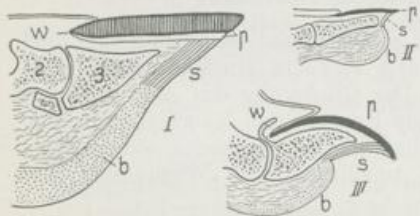


Fig. 474.



Fig. 473. Längsschnitte: I durch den Huf eines Pferdes, II durch die Krallen eines Hundes, III durch den Nagel eines Affen. w Wurzel, p Krallenplatte, s Krallensohle, b Zehenballen, 2, 3 zweite und dritte Phalange.

Fig. 474. Längsschnitte durch Reptilienschuppen, I einer Natter, II einer Blindschleiche (Schemata), 1 Stratum corneum, 2 Stratum Malpighi, 3 Lederhaut, 4 Knochenschuppen.

das Verhältnis von Hautzähnen und echten Zähnen gesagt wurde, ist es begreiflich, daß die Bildung von Belegknochen auch von der mit Zähnen ausgerüsteten Schleimhaut der Mundhöhle ausgehen kann.

Bei der Betrachtung des Achsenskeletts beginnen wir mit der Chorda dorsalis, jenem wichtigen Zellenstrang, dem wir schon bei den *Tunicaten* begegnet sind, der ungeschmälert beim *Amphioxus* und den *Cyclostomen* fortbesteht, von da an aber allmählich durch die in seinem Umkreis entstehende Wirbelsäule verdrängt wird. Der Zellstrang ist entodermaler Abkunft (Fig. 9, S. 30). Anfänglich ein Längsstreifen im Epithel des Urdarms (I. ch), scheidet er aus der Begrenzung desselben aus und kommt dabei zwischen Darm (dh) und Nervensystem (n) in die Längsachse des Körpers zu liegen (II. III.); hier bildet er später einen runden Stab, welcher aus der früher schon beschriebenen, durch den blasigen Charakter ihrer Zellen an Pflanzengewebe erinnernden zelligen Bindesubstanz besteht (Fig. 37, S. 70). Auf einem Querschnitt (Fig. 475) sieht man den Stab von 3 Hüllen umgeben, zu innerst von der faserigen Chordascheide (Cs), dann einer fast immer vorhandenen elastischen

Membran (*Ec*), welche *Elastica externa* heißt, da eine zweite *Elastica* innerhalb der Chordascheide vorkommen kann, endlich der skelettogenen Schicht (*SS*), welche auch äußere Chordascheide genannt wird. Letztere ist ein dem Mesoderm entstammendes Bindegewebe, setzt sich daher in die übrigen bindegewebigen Scheiden, wie sie die Muskeln, das Nervensystem und die übrigen Organe umgeben, fort und verdient besondere Beachtung, weil in ihr der Knorpel und der Knochen für Wirbelsäule und Schädel entstehen. Zellen der skelettogenen Schicht können ferner durch die *Elastica externa* in die faserige Chordascheide eindringen und diese in Faserknorpel umwandeln, wodurch die Chordascheide befähigt wird, sich am Aufbau des Wirbelkörpers zu beteiligen (*Seelachier*).

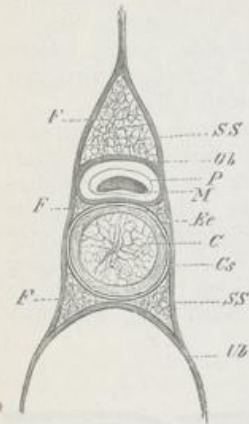


Fig. 475. Querschnitt durch das Achsenskelett von *Petromyzon*, *F* Fettgewebe, *SS* skelettogene Schicht, *Ob*, *Ub* obere und untere Fortsätze derselben, *M* Rückenmark, *P* Umhüllung desselben, *C* Chorda, *Cs* Chordascheide, *Ec* *Elastica externa* (aus Wiedersheim).

Da die Chorda und ihre Hüllen elastisch und nachgiebig sind und ohne großen Widerstand sich unter dem Zug der Muskeln biegen, sind sie vollkommen ungegliedert. Die Gliederung des Achsenskeletts beginnt erst, wenn derbere Gewebe, wie Knorpel und Knochen, auftreten. Dann kommt es zur Sonderung einzelner in der Längsachse aufeinanderfolgender Stücke, zur allmählichen Ausbildung von Wirbelsäule und

Fig. 476.

Fig. 477.

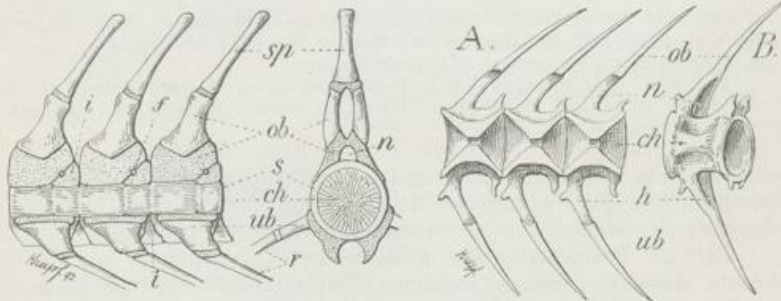


Fig. 476. Ein Stück Wirbelsäule des Störs in seitlicher Ansicht und bei Betrachtung auf dem Querschnitt. *sp* Processus spinosi, *ob* obere Bögen, *n* Neuralkanal, *s* Chordascheide, *ch* Chorda, *ub* untere Bögen, *r* Rippen, *i* dorsale und ventrale Intercalaria, *f* Durchtrittsstellen der Nerven. Knorpel punktiert, Knochen weiß.

Fig. 477. Schwanzwirbel eines Karpfen. *A* der Länge nach in sagittaler Richtung durchgeschnitten. *B* ein einzelner Wirbel in halb seitlicher Ansicht. *ob* obere (Neural-)Bögen, *ub* untere (Hämal-)Bögen, *n* Neuralkanal, *h* Hämalkanal, *ch* Hohlräume, die der Chorda zur Aufnahme dienen.

Schädel. Für beide Teile des Achsenskeletts kann man eine zusammenhängende Entwicklungsreihe aufstellen, wenn man von den niederen Klassen zu den höheren aufsteigt und zugleich auch die ontogenetischen Tatsachen berücksichtigt.

Die in der Wirbeltierreihe zuerst auftretenden Stücke der Wirbelsäule sind die oberen (*Cyclostomen*) und unteren Bögen (*Störe*) (Fig. 476), feste Spangen, welche symmetrisch zur Sagittalebene der Chorda aufsitzen und in der skelettogenen Schicht jedes Segmentes gewöhnlich zu 1 Paar, öfters auch zu zwei und mehr Paaren (eigentliche Bögen und Schaltstücke, *Intercalaria*) vorhanden sind. Die oberen Bögen (die *Arcus vertebrae* der menschlichen Anatomie) umgreifen das dorsal von der Chorda gelegene Rückenmark und bilden für dasselbe den Rückgratskanal, indem sie über dem Rückenmark sich zum oberen Dornfortsatz oder *Processus spinosus* (häufig einem sich selbständig anlegenden Stück des Achsenskeletts) vereinen; sie werden daher auch *Neurapophysen* genannt. Ebenso können die unteren Bögen in der Schwanzgegend den Schwanzblutgefäße bergenden Caudalkanal erzeugen und sich ebenfalls in *Processus spinosi* (die unteren Dornfortsätze) verlängern (Fig. 477). In der Rumpfregeion verhalten sich jedoch die unteren Bögen anders. Da hier die viel geräumigere Leibeshöhle mit ihren an Umfang sehr wechselnden Organen (Darm, Geschlechtsapparat) lagert, erstrecken sich die unteren Bögen weit nach abwärts und zerfallen in zwei Stücke, ein oberes Tragestück, die Apophyse (Basalstumpf) und ein unteres bewegliches Stück, die Rippe. Auch unterbleibt die Vereinigung zu den unteren *Processus spinosi*; die Rippen endigen entweder frei (*Fische*), oder sie hängen, zum Teil wenigstens, ventral durch ein besonderes Verbindungsstück, das Brustbein oder Sternum (*Amnioten*), zusammen (Fig. 478 *St*). Letzteres ist ein Derivat der Rippen; entwicklungsgeschichtlich verschmelzen nämlich die unteren Rippenenden jeder Seite zu einer Längsleiste. Diese linken und rechten „Sternalleisten“ vereinigen sich dann weiter zum unpaaren Sternum.

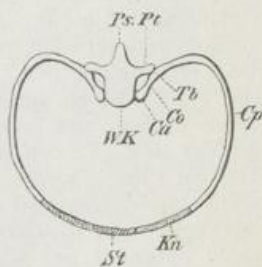


Fig. 478. Brustwirbel und Rippe in ihrem Verhältnis zum Brustbein von einem Säugetier. *Wk* Wirbelkörper, *Ps* *Processus spinosus*, *Pt* *Processus transversus*; *Ca* Köpfchen, *Co* Hals, *Tb* Höcker der Rippe, *Cp* knöchernen, *Kn* knorpelige Rippe, *St* Sternum (aus Wiedersheim).

Die unteren Bögen liegen bei *Teleostiern* und *Ganoiden* nach einwärts von den Längsmuskeln des Rumpfes unter dem Peritoneum. Wir wollen sie *Hämalbögen*, die aus ihnen hervorgehenden Fortsätze und Rippen *Hämapophysen* und *Hämalrippen* (*Pleuralrippen* Goettes) nennen. Die Rippen aller übrigen Wirbeltiere (*Selachier*, *Amphibien*, *Amnioten*, demgemäß auch des *Menschen*) haben eine andere morphologische Bedeutung. Wir wollen sie *Lateralrippen* nennen. Sie entwickeln sich unabhängig von der Wirbelsäule in einem horizontalen Bindegewebsseptum, welches sich quer durch die Längsmuskulatur hindurch vom Achsenskelett zur Lederhaut ausspannt und die Muskulatur in eine dorsale (epichordale) und ventrale (hypochordale) Masse sondert (Fig. 92); sie entspringen bei den *Selachiern* von den Hämapophysen, bei *Amphibien* und den *Amnioten* dagegen von den *Processus transversi*, welche von den *Neurapophysen* ausgehen, wahrscheinlich aber abgegliederte und dorsal verschobene Stücke der Hämapophysen sind. In der Caudal-, vielfach auch Cervical-, Lumbal- und Sacralregion verschmelzen die Lateralrippen mit den *Processus transversi* zu den Seitenfortsätzen. Letztere finden sich in der Caudalregion vieler *Amphibien*, *Reptilien* und mancher

Säugetiere gleichzeitig mit Hämalbögen, die als „Os en chevron“ hier wie bei *Fischen* den Caudalkanal erzeugen. Bei *Crossopterygiern* findet man sogar beide Rippenarten (Lateral- und Hämalrippen) gleichzeitig in demselben Segment vor; sie werden auch entwicklungsgeschichtlich unabhängig voneinander angelegt. — Das Vorkommen der zweiten Intercalaria genannten Neur- und Hämapophysen bei *Cyclostomen*, *Haien* und *Ganoiden* spricht dafür, daß von Haus aus jedem Segment ein Doppelwirbel zukommt. Paläontologische und entwicklungsgeschichtliche Befunde an *Reptilien* geben dieser Auffassung weitere Stützen.

Indem nun entweder die basalen Enden der oberen und unteren Bögen sich um die Chorda herum ausbreiten und miteinander verschmelzen, oder indem sich unabhängig von ihnen perichordaler Knorpel bildet, entsteht ein fester Stützpunkt für beide Bogensysteme in den Wirbelkörpern. Letztere vergrößern sich auf Kosten der in ihrem Innern verlaufenden Chorda; sie können dieselbe bis auf äußerst geringe Spuren vollkommen verdrängen, wie die Wirbelsäule der *Säugetiere* zeigt, oder die Verdrängung der Chorda ist unvollkommen, wie bei den *Fischen*. Die *Fische* haben amphicöle Wirbelkörper (Fig. 477), d. h. Wirbelkörper, deren vordere und hintere Enden nach Art von Doppelbechern tief ausgehöhlt sind. In den Aushöhlungen erhält sich selbst beim erwachsenen Tier die Chorda weiter; sie kann als feiner Verbindungsstrang die Wirbelmitte durchsetzen und so, abwechselnd sich verdünnend und verdickend, die Form eines Rosenkranzes annehmen. Histologisch besteht die Wirbelsäule entweder aus Knorpel oder aus Knochen; das gewöhnliche Verhalten ist, daß sich zuerst Knorpel bildet, welcher dann von Knochen ersetzt wird. Unterbleibt die Verknöcherung, so ist die Wirbelsäule dauernd knorpelig; ist die Verknöcherung unvollständig, so findet man Knochen und Knorpel nebeneinander. Indem sich diese Unterschiede der histologischen Structur mit den Unterschieden kombinieren, die sich aus der verschiedenen Persistenz der Chorda und der verschiedenen Gestalt der Wirbelkörper und ihrer Anhänge ergeben, resultiert eine große Mannigfaltigkeit im Bau der Wirbelsäule.

Bei *Vögeln*, *Reptilien* und *Amphibien* entwickelt sich Intervertebralknorpel, Knorpel an der Grenze zweier Wirbel und verdrängt hier die Chorda. Um auch dann der Wirbelsäule die nötige Gelenkigkeit zu bewahren, entstehen Gelenke im Intervertebralknorpel: 1. „Opisthocöle“ Wirbel besitzen eine Gelenkgrube am hinteren Ende, in welche das vordere convexe Ende des folgenden Wirbels als Gelenkkopf eingefügt ist. 2. „Procöle“ Wirbel zeigen umgekehrt die Gelenkgrube am vorderen Ende. 3. Die Wirbel articulieren miteinander durch „Sattelgelenke“ (*Vögel*). Wird der Intervertebralknorpel rudimentär, so treten wieder amphicoele Wirbel auf. Bei *Säugetieren* finden sich zwischen zwei Wirbeln die elastischen Ligamenta intervertebralia. — Ferner tragen die Neurapophysen außer den Processus transversi noch Processus articulares, vordere und hintere Gelenkfortsätze, mittelst deren zwei aufeinander folgende Wirbel untereinander gelenkig verbunden sind.

Schädel.

Noch früher als die Wirbelsäule, nämlich schon bei den keine Wirbelkörper besitzenden *Cyclostomen*, tritt in der Reihe der Vertebraten der Kopfabschnitt des Achsenskeletts, der nur dem *Amphioxus* fehlende Schädel auf. Derselbe umhüllt das Hirn, wie die Wirbelsäule das Rückenmark; auch tritt seine erste Anlage in der skelettogenen Schicht im Umkreis des vorderen Chordaendes auf. Der Schädel teilt daher mit der

Wirbelsäule die Lagebeziehungen zu den wichtigsten Nachbarorganen, so daß man beide Abschnitte des Achsenskeletts im allgemeinen einander gleichwertig oder homodynam setzen kann, wenn es auch unrichtig ist, mit Goethe und Oken, den Begründern der Wirbeltheorie des Schädels, zu sagen, daß der Schädel durch Verschmelzung von 3—4 aufeinander folgenden Wirbeln entstanden sei. Vielmehr sind die Wirbel einerseits, der Schädel andererseits Teile des Achsenskeletts, welche sich aus der durch die Chorda dorsalis und die skelettogene Schicht gegebenen gemeinsamen Anlage nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben: die Wirbelsäule zu einer gegliederten Skelettbildung, weil die segmental angeordneten, an ihr inserierenden Muskeln sonst wirkungslos geworden wären, der Schädel zu einer einheitlichen Kapsel, weil am Kopf die wichtigsten Sinnesorgane ihr Unterkommen fanden und die Entwicklung locomotorischer Muskeln beeinträchtigten. Viele entwicklungsgeschichtliche und vergleichend-anatomische Befunde (besonders das Verhalten der Nerven, vergl. S. 485) sprechen aber dafür, daß mit dem auf Wirbel nicht zurückführbaren Grundstock des Schädels, wie er bei *Cyclostomen* allein vorkommt, dem *Palaeocranium*, secundär Wirbel verschmolzen sind; in dieser Weise scheint der Occipitalteil des Schädels, das den meisten Wirbeltieren zukommende *Neocranium*, entstanden zu sein. — Man unterscheidet 3 Entwicklungszustände des Schädels: 1. das häutige, 2. das knorpelige Primordialeranium, 3. das knöcherne Cranium. Das häutige Primordialeranium, welches aus Bindegewebe besteht, findet sich vornehmlich auf frühen Embryonalstadien, dagegen gar nicht mehr oder nur in Resten beim ausgebildeten Wirbeltier; es wird von der höheren Entwicklungsstufe, dem knorpeligen Primordialeranium, verdrängt, welches sich bei niederen Fischen (*Haien, Stören*) dauernd und unverändert erhalten kann. Bei den meisten Wirbeltieren tritt jedoch Verknöcherung ein, welche das Primordialeranium entweder zum Teil (*Fische, Amphibien*) oder in ganzer Ausdehnung (*Vögel, Säugetiere*) ergreift und es im letzteren Falle bis auf geringe Reste von Knorpel in eine knöcherne Kapsel verwandelt. Im knöchernen Cranium unterscheidet man nach ihrer Entwicklung zwei Arten von Knochen: primäre und secundäre Knochen. Die primären Knochen entstehen im Anschluß an das Knorpeleranium selbst, entweder im Innern des Knorpels (Enchondrostosen) oder in dem umhüllenden Perichondrium (Eckchondrostosen). Die secundären Knochen, die Belegknochen, sind dagegen ihrer ursprünglichen Anlage nach dem Achsenskelett fremd und bilden sich aus den beim Hautskelett besprochenen Verknöcherungen der Haut (Schuppen) und der Mundschleimhaut (Zähne); sie rücken in die Tiefe, lagern sich von außen auf das Achsenskelett und ergänzen dasselbe besonders an Stellen, wo aus Mangel von Knorpel keine primären Knochen entstehen können (Parostosen). Es ist jedoch strittig, ob eine scharfe Scheidung von beiderlei Knochen durchführbar ist oder ob nicht vielmehr auch die primären Knochen Belegknochen sind, welche in das Knorpelskelett, dasselbe verdrängend, eingewuchert sind. Dieser Auffassung zufolge wäre es denkbar, daß dieselben Knochen in einer Klasse der Wirbeltiere als Belegknochen, in der anderen als primäre Knochen entstünden, was für die vergleichend-anatomische Beurteilung und Benennung mancher Knochen von Wichtigkeit ist.

Das knorpelige Cranium ist am vollkommensten unterhalb des Hirns ausgebildet. Dieser Abschnitt, die Schädelbasis, liegt in der Verlängerung der Wirbelkörper und umhüllt zum Teil noch das vordere

Ende der Chorda dorsalis (Parachordalia), zum Teil ragt er in Form von zwei Spangen nach vorn weit über die Chorda hinaus (prächordaler Teil der Schädelbasis, Prächordalia, Rathkesche Schädelbalken). Die Seitenwände des Schädels werden durch die knorpeligen Umhüllungen zweier Sinnesorgane, der Nase und des Gehörorgans, verstärkt, durch die Nasenkapseln am vorderen, durch die Gehörkapseln am hinteren Abschnitte; die dazwischen gelegene Region ist eingebuchtet zur Aufnahme der Augen, welche im Interesse ihrer Function beweglich bleiben müssen, deren Hülle daher, auch wenn sie verknorpelt oder verknöchert, mit dem Schädel nicht verwächst. Nur bei wenigen Tieren ist das Knorpelcranium vollkommen geschlossen; meist finden sich in ihm dorsale, zuweilen auch ventrale, nur von Bindegewebe geschlossene Lücken. Namentlich wird in der Gegend des Schädeldaches das Bindegewebe (häutiges Primordialcranium) um so ausgiebiger zum Verschuß herangezogen, je mehr sich das Hirn bei Zunahme der Intelligenz vergrößert und der Binnenraum der Schädelkapsel sich ausdehnt. Relativ am kleinsten ist daher das auf das Embryonalleben beschränkte Knorpelcranium bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugetieren*. Da es sich hier dorsal nur in der Hinterhauptsgegend schließt, weiter nach vorn dagegen klafft, müssen bei der Verknöcherung die Belegknochen zur Vervollständigung der Schädelkapsel ganz bedeutend herangezogen werden.

Der knöcherne Schädel der Wirbeltiere bietet dem vergleichend-anatomischen Verständnis große Schwierigkeiten, einestheils wegen seines verschiedenen Aussehens in den einzelnen Tierabteilungen, anderenteils wegen der großen Zahl und komplizierten Anordnung der ihn zusammensetzenden Knochen. Um so mehr muß von Anfang an betont werden, daß von den *Knochenfischen* an aufwärts im großen und ganzen die gleichen Knochenstücke in den verschiedensten Wirbeltierklassen wiederkehren und daß die Schwierigkeiten vorwiegend damit zusammenhängen, daß je nach den einzelnen Klassen manche Knochen nicht zur Ausbildung gelangen (*Amphibien*) oder mit anderen zu größeren Knochenstücken verschmelzen (*Säugetiere*). Eine weitere Komplikation wird dadurch herbeigeführt, daß sich vielfach mit der Schädelkapsel Teile, die, streng genommen, ihr nicht zugehören, innig verbinden, die sogenannten Visceralbögen. Wir werden daher bei der Beschreibung des Schädels von dem Visceralskelett zunächst absehen und zur weiteren Erleichterung des Verständnisses die Knochen gruppenweise betrachten.

Primäre
Knochen.

Die primären (knorpelig präformierten) Knochen der Schädelkapsel lassen sich in 4 Gruppen einteilen: 1. Hinterhauptsknochen, Occipitalia, 2. Gehörkapselknochen, Otica, 3. Knochen der Augengegend, Sphenoidalia, 4. Knochen der Geruchskapsel, Ethmoidalia. Die Hinterhauptsknochen (Fig. 479—482), welche bei den *Säugetieren* zu dem einheitlichen Hinterhauptsbein (Os occipitis) frühzeitig verwachsen, umgeben, in der Regel 4 an der Zahl, das Foramen magnum, die Öffnung, durch welche das Rückenmark eintritt, um sich in das Hirn fortzusetzen; zwei liegen links und rechts (Exoccipitalia), ein unpaarer ventral (Basioccipitale), ein weiterer unpaarer dorsal von der Öffnung (Supraoccipitale). Die der Seitenwand des Schädels angehörigen Gehörkapselknochen (Otica) hängen in ihrer Ausbildung ganz von der Ausdehnung des Gehörorgans ab. Bei den *Fischen* (Fig. 479), wo die Teile des letzteren groß und weit ausgebreitet sind, ist die Region der Otica ebenfalls groß und können mehrere ansehnliche Knochen vorhanden sein: Epitoticum, Pteroticum, Sphenoticum, Prooticum und öfters auch Opisthoticum; um-

gekehrt verbinden sich die einzelnen Knochenanlagen bei den *Säugetieren* (Fig. 481, 482) zu einem einheitlichen Knochenstück (Petrosum,

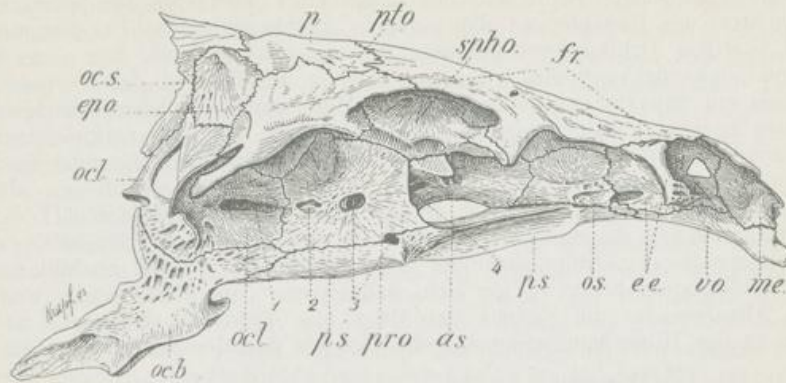


Fig. 479. Schädel des Karpfens nach Abnahme des Visceralskeletts. A. Primäre Knochen: *oc.b*, *oc.l*, *oc.s* = Basioccipitale, Exoccipitale, Supraoccipitale; *epo* Epioticum, *pto* Pteroticum, *spho* Sphenoticum, *pro* Prooticum; *as* Alisphenoid, *os* Orbitosphenoid; *me* Mesethmoid, *ee* Exethmoid. B. Ventrale Belegknochen: *ps* Parasphenoid, *vo* Vomer. C. Dorsale Belegknochen: *p* Parietale, *fr* Frontale. 1-4 Durchtrittsstellen für die Kopfnerven.

Felsenbein), das infolge der kompendiösen Beschaffenheit des Gehörorgans nicht viel Platz einnimmt. Wenn die Otica der linken und rechten

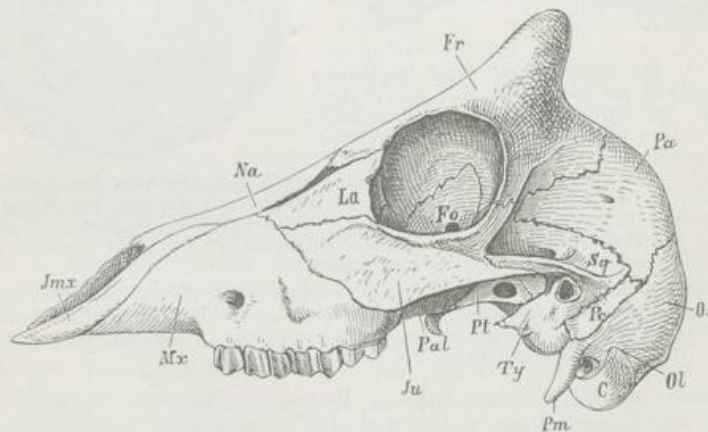


Fig. 480. Schädel einer Ziege, von außen betrachtet, Hirnschädel + Gesichtsschädel (Teil des Visceralskeletts). I. Hirnschädel: A. Primäre Knochen: *Ol* Exoccipitale mit Condylus *C* und Processus paramastoidens *Pm*, *Os* Supraoccipitale; *Pe* Petrosum (= Otica); *Bs* Basisphenoid, (Alisphenoid, Orbitosphenoid mit dem Foramen opticum *Fo*, zum Teil durch den Jochbogen verdeckt, Präphenoid und Ethmoiden ganz verdeckt). B. Secundäre Knochen: *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Na* Nasale, *Sq* Squamosum, *Ty* Tympanicum, *La* Lacrymale. II. Gesichtsschädel: A. Oberkieferreihe: *Imx* Intermaxillare, *Mx* Maxillare, *Ju* Jugale. B. Gaumenreihe: *Pal* Palatinum, *Pt* Pterygoid (nach Claus).

Seite nicht wie bei den *Knochenfischen* in der Mittellinie zusammen treffen, grenzen in der Schädelbasis an das Basioccipitale direkt die

Sphenoidalia an, zunächst das Basisphenoid und, an dieses nach vorn anschließend, das Präphenoid, beides unpaare, aus paariger Anlage entstandene Knochen. Beide Knochen haben links und rechts ihre paarigen Begleiter: das Basisphenoid die paarigen Alisphenoida, das Präphenoid die paarigen Orbitosphenoida, ganz wie das Basisoccipitale von den 2 Exoccipitalia flankiert wird. Da nun auch in der Gegend der Geruchskapsel ein unpaarer mittlerer Knochen (Mesethmoid) zwischen paarigen Seitenknochen (Exethmoidea) liegt, so hätten wir uns das verknöcherte Cranium der Wirbeltiere vorzustellen als eine mediane Längsreihe von 4 unpaaren, basalen Knochen, die von hinten nach vorn sich folgen als Basisoccipitale (Fig. 482 IV), Basisphenoid (III), Präphenoid (II), Mesethmoid (I); daneben je eine linke und rechte Reihe: Exoccipitalia (4), Alisphenoida (3), Orbitosphenoida (2), Exethmoidea (1). Die Ausbildung der Gehörkapsel bringt es mit sich, daß zwischen die Exoccipitalia und die Alisphenoida die Summe der Otica, das Petrosom, eingekeilt ist. Nur in der Hinterhauptsgegend findet sich ein dorsaler Schlußstein, das

Fig. 481.

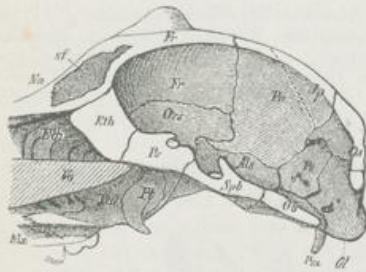


Fig. 481. Sagittalschnitt durch den hinteren Abschnitt des Ziegenschädels. A. Primäre Knochen des Hirnschädels: Ob Basisoccipitale (*Pm* Processus paramastoides), Ol Exoccipitale, Os Supraoccipitale; Spb Basisphenoid, Als Alisphenoid, Ps Präphenoid, Ors Orbitosphenoid, Eth Mesethmoid (das Exethmoid verdeckend); Pe Petrosom. B. Belegknochen: Pa Parietale, Ip das nur bei Säugetieren vorkommende Interparietale, Fr Frontale mit *sf* Sinus frontales, Na Nasale. C. Belegknochen des Visceralskeletts: Vo Vomer, Pal Palatinum, Pt Pterygoid (Gaumenreihe). Mx Maxillare (Oberkieferreihe) (aus Gegenbaur).

Fig. 482.

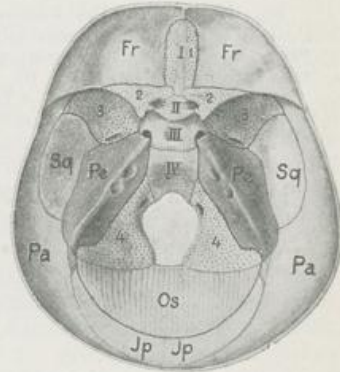


Fig. 482. Schädelbasis eines Neugeborenen nach Entfernen des Schädeldaches von innen betrachtet (schematisiert). I Mesethmoid, 1 Exethmoidea, II Präphenoida, 2 Orbitosphenoida, III Basisphenoida, 3 Alisphenoida, IV Basisoccipitale, 4 Exoccipitalia. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 481.

Belegknochen.

Occipitale superius. Sonst müssen Belegknochen zur Aushilfe eintreten, und zwar 3 Paar, welche bei den Wirbeltieren nahezu konstant sind und von hinten nach vorn aufeinander folgen: ein Paar Parietalia, ein Paar Frontalia, ein Paar Nasalia (letztere als Deckknochen der Nasenkapsel). Vorwiegend bei den niederen Wirbeltieren entwickelt ist ein unpaarer mächtiger Belegknochen an der Schädelbasis, das vom Hinterhauptsbasis bis zum Mesethmoid reichende Parasphenoid (Fig. 479 *ps*).

Das hier entwickelte Grundschema eines Wirbeltierschädels wird in der Natur am meisten modifiziert in der Sphenoidalgegend. Parasphenoid einerseits, Basisphenoid + Präphenoid andererseits vicariieren füreinander, so daß bei Anwesenheit des ersteren die letzteren klein bleiben oder fehlen (*Fische*, *Amphibien*) und umgekehrt (*Säugetiere*). Bei den *Säugetieren*

verwachsen außerdem die unpaaren Sphenoidstücke mit ihren paarigen Begleitern, die Basisphenoidea mit den Alisphenoidea (Alae temporales), die Präsphenoidea mit den Orbitosphenoidea (Alae orbitales); so entstehen das vordere und hintere Keilbein (beim *Menschen* und anderen Säugetieren zu dem einzigen Keilbein verschmolzen). Mesethmoid und Exethmoidea vereinigen sich bei den *Säugetieren* zum Os ethmoideum. Die eigentümliche den Anschein von Segmentierung erweckende Aufeinanderfolge der genannten 4 Knochenkomplexe ist Ursache, daß man lange Zeit annahm, der Schädel sei aus 4 Wirbeln zusammengesetzt.

Die Schädelkapsel wird zum Kopfskelett ergänzt durch das Hinzutreten des Visceralskeletts, eines Systems von Bogenstücken, welche nach Art der Rippen den Anfangsdarm von links nach rechts umgreifen, sich zum Schädel ähnlich verhalten wie die Rippen zur Wirbelsäule und zum Kopfskelett gerechnet werden müssen, obwohl sie zum Teil nach rückwärts verschoben sind und unter den Anfang der Wirbelsäule zu liegen kommen. Wie die Rippen im Anschluß an die Muskulatur (Myomerie) entstanden sind, so die Visceralbögen im Anschluß an die Kiemenbildung (Branchiomerie). Analog dem Schädel hat das Visceralskelett einen knorpeligen und einen knöchernen Zustand. — Das nur bei den *Haien* vorkommende knorpelige Visceralskelett ist so locker mit dem Schädel verbunden, daß man es leicht von ihm im Zusammenhange ablösen kann. Man zählt an ihm (Fig. 510) gewöhnlich 7 (selten 9) Bögen und zwar von vorn nach hinten den mächtigen Kieferbogen, den Zungenbeinbogen und 5 (selten 7) Kiemenbögen. Der Kieferbogen besteht jederseits aus zwei Stücken, welche Zähne tragen und beim Kauen gegeneinander wirken; das obere, dem Schädel vorn und hinten angefügte Stück ist das Palatoquadratum (nicht Oberkiefer), das untere, welches am Palatoquadratum eingelenkt ist, heißt das Mandibulare. Ganz analog teilt sich der Zungenbeinbogen in das obere, an der Gehörkapsel des Schädels befestigte Hyomandibulare und das untere Hyoid, wozu noch ein am Kieferbogen fehlendes unpaares Stück kommt, welches als ventrale Copula den linken und rechten Bogen untereinander verbindet. Eine Copula existiert auch bei den Kiemenbögen, welche jederseits aus vier Stücken bestehen. Zungenbeinbogen und Kiemenbögen tragen bei den *Haien* Kiemen; gewisse Merkmale (Existenz rudimentärer Kiemen und einer rudimentären Kiemenspalte, des „Spritzloches“) weisen darauf hin, daß auch der Kieferbogen einmal ein Trageapparat für Kiemen gewesen ist und dieser ursprünglichen Function entfremdet wurde, als er zum Kauen Verwendung fand. Vor dem Kieferbogen finden sich bei vielen *Haien* noch die Lippenknorpel; ob dieselben als Visceralbogen zu deuten sind, ist zweifelhaft, vielfach werden sie als Reste eines Stützskeletts von Tentakeln gedeutet, wie sie bei *Amphioxus* und *Myxinoidea* den Mund umgeben und in den Barteln mancher Knochenfische wieder auftreten.

Durch die Verknöcherung hat das Visceralskelett bei den höheren *Fischen* und allen übrigen Wirbeltieren eine erhebliche Umgestaltung erfahren. Diese Umgestaltung wird noch gesteigert durch einen fortschreitenden Functionswechsel der Bögen, indem immer mehr derselben ihrer respiratorischen Function entzogen werden. Man muß dabei am Visceralskelett einen vorderen und hinteren Abschnitt unterscheiden: der vordere besteht aus den Labialknorpeln, dem gesamten Kieferbogen und der oberen Hälfte des Zungenbeinbogens, dem Hyomandibulare, der

Visceral-
skelett.

hintere aus dem Hyoid, den Kiemenbögen und den Copulae. Der hintere Abschnitt ist nur so lange gut entwickelt, als die Kiemenatmung beibehalten wird. Mit dem Übergang zur Lungenatmung schwindet er zum größten Teil; was erhalten bleibt, liefert das Zungenbein, dessen Körper aus einer Copula hervorgeht, dessen Vorderhorn dem Hyoid, dessen Hinterhorn einem Rest von Kiemenbögen entspricht. Weitere Reste der letzteren werden zum Aufbau der Kehlkopfknorpel, der Epiglottis und der Knorpel des Gehörganges verwandt.

Der vordere Abschnitt des Visceralskeletts (Labialknorpel, Palatoquadratum, Mandibulare, Hyomandibulare) erfährt zwar eine Weiterbildung, gibt aber mehr und mehr seine Selbständigkeit auf, um mit dem Schädel zu verwachsen. Bei den *Säugetieren* schließt er sich als „Gesichtsschädel“ dem „Hirnschädel“ an; er liefert komplizierte Knochen, deren vergleichend-anatomisches Verständnis dadurch erschwert wird, daß sie, von Klasse zu Klasse verglichen, wiederholt ihre Function und damit auch ihre Beschaffenheit und Größe verändert haben. Allen Wirbeltieren mit knöchernem Visceralskelett (Fig. 480, 511) ist gemeinsam, daß vor dem Palatoquadratum in der bei *Haien* durch die Lippenknorpel eingenommenen Gegend links und rechts zwei Belegknochen entstehen, der Zwischenkiefer (Os praemaxillare s. intermaxillare) und der Oberkiefer (Os maxillare). Sie tragen die bei bezahnten Wirbeltieren nur selten fehlende Oberkieferreihe der Zähne, welche die Zähne des Palatoquadratum ablösen, indem sie die Antagonisten der Mandibular- oder Unterkieferzähne werden. Das Palatoquadratum rückt im gleichen Maße nach rückwärts und erzeugt eine zweite, der Oberkieferlinie häufig parallele Reihe von Knochen, welche ebenfalls Zähne tragen können, die Gaumenreihe (Fig. 532). Man muß hierbei aber am Palatoquadratum zwei Abschnitte unterscheiden, nach vorn die Palatinspange, nach hinten den Quadratteil. Die knorpelige Palatinspange schwindet allmählich, und es erhalten sich nur die auf ihr entstehenden Belegknochen, zuvorderst der Vomer, dann das Palatinum, am meisten rückwärts das Pterygoid. Der Quadratknorpel verknöchert dagegen selbst und wird zum Quadratbein, welches die Gelenkfläche für das Mandibulare trägt. Die Verknöcherung des Mandibulare (Meckelschen Knorpels) erfolgt in analoger Weise, vorn durch Belegknochen, unter denen das zahntragende Stück, das Dentale, am wichtigsten ist, hinten durch einen primären Knochen, welcher Articulare heißt, weil er mit dem Quadratbein das Mandibulargelenk bildet. Aus dem Hyomandibulare geht vornehmlich nur ein Knochen hervor, welchem der Name des Knorpels belassen wird.

Gehör-
knöchelchen.

Wenn so weit alle Wirbeltiere mit knöchernem Skelett einander gleichen, so kommen wir jetzt zu den Unterschieden, welche dadurch veranlaßt sind, daß beim Übergang zum Landaufenthalt alle mit der Kiemenatmung zusammenhängenden Einrichtungen functionslos werden und zugleich für das Hörorgan sich das Bedürfnis nach schalleitenden Apparaten geltend macht. Diese werden durch Knochen geliefert, welche schon bei den *Fischen* in der Gegend der Gehörkapsel liegen, das Hyomandibulare (Zungenbeinbogen), Quadratum und Articulare (die zwei Gelenkstücke des Kieferbogens). Dazu tritt vielleicht noch ein von der Schädelkapsel sich abspaltendes, die Fenestra ovalis (S. 537) ausfüllendes Stück, die Steigbügelplatte (Opeculum), hinzu. Das Hyomandibulare wird schon bei *Amphibien*, *Reptilien* und *Vögeln* zu einem Gehörknöchelchen, der Columella, welche sich an die Steigbügelplatte ansetzt. Bei den *Säugetieren*

scheinen Steigbügelplatte und Columella zum einheitlichen Steigbügel (Stapes) verschmolzen zu sein; bei denselben folgen ferner im Functionswechsel Quadratum und Articulare nach, jenes, indem es zum Amboß, dieses, indem es zum Hammer (Fig. 496, 497) wird. Das Mandibulare wird durch diese Umwandlung seines Gelenkstückes beraubt, was damit zusammenhängt, daß bei den *Säugetieren* an einem Fortsatz des Dentale ein neues Unterkiefergelenk entsteht, welches mit einem Belegknochen des Quadratum, dem gleich zu besprechenden Squamosum, articuliert. Der Unterkiefer der *Fische* bis *Vögel* ist somit nur zum Teil dem Unterkiefer der *Säugetiere* gleichwertig, da er außer dem Dentale auch das Articulare (den Hammer der *Säugetiere*) enthält; ihr Mandibulargelenk ist das Hammer-Amboßgelenk.

Zum Schluß müssen noch 3 bei den Wirbeltieren weitverbreitete Knochen besprochen werden: 1. das Squamosum, 2. das Tympanicum, 3. das Jugale oder Zygomaticum. Von diesen drei ist das Squamosum ein Belegknochen, welcher auf der Grenze von Quadratum und dem Komplex der Otica (Petrosum) entsteht und daher zu beiderlei Skelettstücken Beziehungen hat. Er wird in gleichem Maße größer, als das Quadratum bei der Umwandlung zum Amboß einschrumpft, und liefert die Squama temporum, welche bei den *Säugetieren* mit dem Petrosum zum Schläfenbein verschmilzt. Gemeinsam mit dem Tympanicum, welches bei *Säugetieren* ebenfalls mit dem Petrosum verwächst, bildet es den Rahmen, in welchen das Trommelfell eingespannt ist. Das Jugale oder Jochbein gehört zur Maxillarreihe. Diese ist bei vielen Wirbeltieren nur an ihrem vorderen Ende am Schädel befestigt, während das hintere Ende frei in den Weichteilen des Kopfes endet. Um nun auch dieses Ende mit dem Schädel enger zu verbinden, entsteht bei sehr vielen Wirbeltieren das Jugale, welches bogenförmig (Jochbogen) den Zwischenraum zwischen dem Maxillare und dem am Schädel angefügten Quadratum überbrückt. Wenn das Quadratum sich in ein Hörknöchelchen verwandelt und dadurch zu klein wird, um als Stützapparat zu dienen, wird der Jochbogen von dem Begleiter des Quadratum, dem Squamosum, aufgenommen, welches dem Os zygomaticum (jugale) den Processus zygomaticus entgegen sendet.

Schwierigkeiten in der morphologischen Deutung der Skeletteile bei den einzelnen Wirbeltierklassen ergeben sich da, wo Visceralskelett und Schädelkapsel, und in dieser wiederum, wo primäre und sekundäre Knochen aneinander stoßen, zumal als letztere Unterscheidung keineswegs allgemein anerkannt wird. Daher werden gewisse Primärknochen der *Fische*, Pteroticum, Sphenoticum und Exethmoid vielfach mit anders benannten Belegknochen der *Amnioten* gleichgesetzt, das Pteroticum mit dem Squamosum, das Sphenoticum und Exethmoid mit 2 Belegknochen hinter und vor dem Frontale: dem Postfrontale und Präfrontale der *Reptilien*.

Wie der Stamm des Wirbeltierkörpers eine feste Achse durch Schädel und Wirbelsäule erhält, so gewinnen auch die von ihm ausgehenden Extremitäten ihre Stütze durch axiale Skelettbildungen. Man unterscheidet zweierlei Extremitäten, paarige und unpaare, die allerdings nur bei den *Fischen* gleichzeitig vorkommen (Fig. 519—523). Die unpaaren Extremitäten entstehen hier als eine Hautfalte in der Sagittalebene des Körpers, die hinter dem Kopfe beginnt, als ein Rückenkamm bis zum Schwanz verläuft, diesen umgreift und ventral bis zur Aftergegend reicht. Die einheitliche Anlage sondert sich fast stets in

Extremitäten.

3 Stücke; 1. die öfters in mehrere kleine Flossen abgeteilte Rückenflosse, 2. die Schwanzflosse und 3. die ventrale Afterflosse (Pinna dorsalis, P. caudalis, P. analis). In ähnlicher Weise sind wahrscheinlich auch die paarigen Extremitäten, die vorderen Brustflossen (P. thoracicae) und die hinteren Bauchflossen (P. abdominales s. ventrales) auf eine einheitliche Anlage zurückzuführen und als die selbständig gewordenen vorderen und hinteren Enden zweier Seitenfalten zu deuten. — Von den beiden Extremitätenformen sind die unpaaren die älteren, da sie schon beim *Amphioxus* und den *Cyclostomen* auftreten, bei denen die paarigen noch fehlen; sie verschwinden dagegen früher in der Wirbeltierreihe. Da sie nur für den Aufenthalt im Wasser dienlich sind, gehen sie schon bei den *Amphibien* verloren, bei denen ein einheitlicher, von Skeletteilen nicht mehr gestützter Flossenkamm meist nur noch während des Larvenlebens vorkommt. Umgekehrt gewinnen die paarigen Extremitäten (Arme und Beine) mit dem Übergang zum Landleben eine erhöhte Bedeutung.

In den Flossen der Fische findet man zweierlei Skeletteile vor, die bei den *Haie*n auch durch ihre histologische Beschaffenheit scharf unterschieden sind, indem die einen, die Flossenstützen, aus Knorpel bestehen, die anderen, die Flossenstrahlen (Dermalskelett) Hornfäden sind (Fig. 483). Da bei den *Knochenfischen* beide Teile verknöchern,

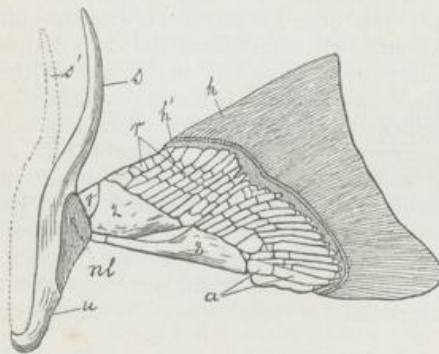


Fig. 483. Linker Brustgürtel mit Flosse von *Heptanchus* (unter Benutzung einer Zeichnung von Wiedersheim). *s* Scapula der linken, *s'* der rechten Seite, *u* unterer Teil des Gürtels, *nl* Nervenloch, 1, 2, 3 Pro-, Meso-, Metapterygium, *a* Stammreihe, *r* Nebenreihen der knorpeligen Flossenstützen, *h* Hornfäden oder Flossenstrahlen, bei *h'* durchschnitten, da sie sonst die Enden der Flossenstützen zudecken würden.

wird der Unterschied weniger auffällig, läßt sich aber noch daran erkennen, daß die Flossenstützen knorpelig vorgebildet werden, die Flossenstrahlen nicht, daß jene die basalen Teile, diese den Randsaum der Flosse einnehmen. Die Unterscheidung der beiden Skelettelemente ist von großer Wichtigkeit. Die Flossenstrahlen haben ein untergeordnetes Interesse, da sie bei den höheren Wirbeltieren in den Aufbau der Extremität nicht mit hinübergenommen werden. Was sich bei diesen erhält, ist ausschließlich das System der Flossenstützen von Brust- und Bauchflossen, die daher auch allein eine besondere Besprechung verlangen.

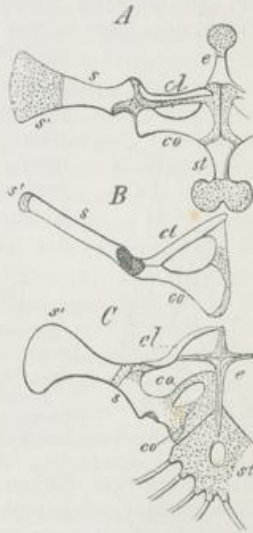
Extremitätengürtel.

Das knorpelig präformierte Stützskelett jeder paarigen Extremität besteht aus zwei Teilen, dem in die Seitenwandung des Körpers eingelassenen Extremitätengürtel und den Stücken, die der frei vorstehenden Extremität zugrunde liegen, dem Extremitätenskelett im engeren Sinne. Der Extremitätengürtel (der Schultergürtel der vorderen, der Beckengürtel der hinteren Extremität) ist im einfachsten Falle eine linke und rechte Spange, welche eine Gelenkfläche für die Extremität trägt und durch diese Gelenkfläche in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt zerlegt wird. Der dorsale Abschnitt heißt Schulterblatt oder

Scapula für die vordere, Darmbein oder Ilium für die hintere Extremität. Der vom Gelenk aus sich abwärts erstreckende Teil gabelt sich bei den meisten Wirbeltieren in einen vorderen und hinteren Ast (Fig. 484). Der vordere Ast ist die Clavicula des Schultergürtels, das Os pubis des Beckengürtels, der hintere das Coracoid, resp. das Os ischii. Am konstantesten ist der Unterschied der drei Teile am Beckengürtel; am Schultergürtel dagegen kann bald die Clavicula, bald das Coracoid, bald auch können beide Teile fehlen, während die Scapula bei keinem Wirbeltiere mit Extremitäten vermißt wird. An der Clavicula ist oft deutlich ein knorpelig präformierter Teil (Procoracoid) von einem Belegknochen (Clavicula im engeren Sinne) zu unterscheiden (Fig. 484 A).

In ihrer Lage werden die Extremitätengürtel der wasserbewohnenden *Fische* vorwiegend oder ausschließlich durch Muskeln erhalten; bei der Mehrzahl der Landbewohner ist dagegen ein inniger Anschluß an das Achsenskelett, speziell an die Wirbelsäule durchgeführt. Dieser Anschluß ist für den Beckengürtel ein unmittelbarer, da der dorsale Fortsatz, das Ilium, sich mit ein oder mehreren Wirbeln verbindet, welche Sacralwirbel heißen (streng genommen, nicht mit den Wirbelkörpern selbst, wohl aber mit den davon ausgehenden Querfortsätzen und Rippen). Die Verbindung des Schultergürtels ist dagegen mehr vermittelt und deshalb auch lockerer; sie wird durch die ventralen Spangen, die Clavicula und das Coracoid, bewirkt. Letzteres tritt an das Brustbein (Sternum) heran, welches ja selbst wieder durch die Rippen der Wirbelsäule angefügt ist, erstere an einen besonderen, dem Brustbein aufgelagerten Knochen, das Episternum, dessen morphologische Deutung in der Neuzeit zweifelhaft geworden ist, ob nicht unter dieser gemeinsamen Bezeichnung sehr verschiedene Dinge zusammengefaßt worden sind.

Fig. 484. Rechtsseitiger Schultergürtel: A vom Frosch, B einer Schildkröte, C einer Eidechse. *s* Scapula, *s'* Suprascapulare, *cl* Clavicula, *co* Coracoid, *e* Episternum, *st* Sternum (bei C mit Rippenansätzen) (nach Gegenbaur, einige Figurenbezeichnungen verändert).



Da nur die frei hervorstehende Extremität bei der Fortbewegung unmittelbar verwandt wird und da die verschiedenen Bewegungsweisen der Wirbeltiere, Schwimmen, Fliegen, Laufen, Springen, Klettern, eine jede ihre besondere Ausbildungsweise der Extremität erfordern, zeigt auch das Skelett der „freien Extremität“ eine ganz außerordentliche Mannigfaltigkeit der Formen. Gleichwohl ist es geglückt, alle diese Formen auf eine gemeinsame Urform, das Archipterygium, zurückzuführen, eine Urform, welche in der Flosse gewisser niedrig stehender Fische vorkommt. Im Archipterygiumskelett (Fig. 483) sind zahlreiche Skelettstücke enthalten, die sich nur wenig in Größe und Form unterscheiden und in vielen dicht aneinander schließenden Reihen angeordnet sind. Unter den Reihen der Skelettstücke hat eine das Übergewicht über die anderen und heißt die Stammreihe; sie beginnt mit einem ansehnlichen Skelettstück direkt am Extremitätengürtel (dem Metapterygium) und trägt entweder auf beiden Seiten (Archipterygium biserial) oder nur auf einer

Seite (Arch. uniseriale), ähnlich einem doppelt oder einfach gefiederten Blatt, die Seitenreihen der Skelettstücke. Gewöhnlich befestigen sich nicht alle Seitenreihen an der Stammreihe, vielmehr entspringt eine größere Anzahl unmittelbar von dem Schultergürtel; sie können hier ebenfalls mit großen Stücken beginnen, dem Meso- und Propterygium.

Pentadactyle
Extremität.

Aus dem besprochenen Archipterygium kann man eine Grundform ableiten, welche für alle höheren, vornehmlich landbewohnenden Wirbeltiere von den *Amphibien* an aufwärts gilt, die pentadactyle oder fünf-fingerige Extremität (Fig. 485). Zu dem Zweck muß man annehmen, daß folgende drei Abänderungen sich vollzogen haben. Zunächst muß man sich eine Reduktion der Gesamtzahl der Strahlen vorstellen, und zwar eine Reduktion auf fünf: einen Hauptstrahl und 4 Nebenstrahlen. Die terminalen Stücke des Hauptstrahls liefern die Knochen des fünften, diejenigen der Nebenstrahlen die Knochen der übrigen Finger. Eine zweite Veränderung besteht in dem ungleichen Wachstum der Teile; das Metapterygium, schon bei den *Haifischen* ein ansehnliches Stück, vergrößert sich noch mehr und heißt Humerus bei der vorderen, Femur bei der hinteren Extremität. Ebenfalls sehr ansehnlich wird das zweite Stück des Hauptstrahls und das erste Stück des ersten Nebenstrahls, es sind Ulna und Radius, beziehentlich Fibula und Tibia; nun folgen Knöchelchen, welche klein bleiben; etwa von der Gestalt würfelförmiger Stücke, die Carpalia der vorderen, die Tarsalia der hinteren Extremität; sie tragen wiederum schlankere Knochen, die Metacarpalia oder Metatarsalia, und diese endlich die Phalangen. (Rücksichtlich der genaueren Bezeichnungen der Carpalia vergl. die Figurenerklärung 485). Ein zur

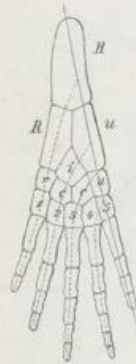


Fig. 485. Schema einer pentadactylen Extremität, die punktierten Linien geben die Seitenstrahlen an. Die für die hintere Extremität gültigen Bezeichnungen sind eingeklammert. *H* Humerus (Femur), *U* Ulna (Fibula), *R* Radius (Tibia). Carpus (Tarsus), bestehend aus 2 Reihen und 2 centralen Stücken: I. Reihe, *r* Radiale (Tibiale), *i* Intermedium, *u* Ulnare (Fibulare). II. Reihe, Carpalia (Tarsalia) 1–5, *c* Centralia, die Metacarpalia (Metatarsalia) und Phalangen sind nicht bezeichnet (nach Gegenbaur).

Muskelinsertion dienender Fortsatz am oberen Ende der Ulna ist das Olecranon; ähnlich verhält sich zur Tibia bei Vögeln und Säugetieren ein in die Sehnen eingeschlossener Knochen, die Kniescheibe oder Patella. Die dritte Veränderung, zugleich eine der wichtigsten, wird durch die Ausbildung von Gelenken herbeigeführt. Solange die Extremität als Ruder functioniert, muß sie eine einheitlich wirkende Platte sein, deren einzelne Teile festgefügt sind. Wenn die Extremität dagegen, wie es bei Landtieren nötig ist, als ein Hebelapparat den Körper tragen und bewegen soll, so muß sie in einzelne Abschnitte zerlegt werden, welche miteinander gelenkig verbunden sind. Bei dieser Quergliederung bilden sich an den vorderen und hinteren Extremitäten namentlich 2 Gelenke aus, das Ellenbogengelenk (Kniegelenk) zwischen Humerus (Femur) einerseits, Radius und Ulna (Tibia und Fibula) andererseits, das Handgelenk (Sprunggelenk) zwischen den Unterarmknochen (Unterschenkelknochen) und den Carpalia (Tarsalia); dazu kommen die minder wichtigen Gelenke der Finger- und Zehenglieder.

Wenn wir nun die Extremitäten der Landwirbeltiere mit der geschilderten Grundform vergleichen, so ergeben sich Abweichungen nach

zwei Richtungen hin. Selten sind mehr Stücke vorhanden, als das erläuterte Schema sie verlangt; dann sind noch die Reste eines sechsten oder gar eines siebenten Strahls oder Fingers entwickelt. Viel häufiger ist eine Reduction der Skelettstücke eingetreten, entweder durch Verschmelzung oder durch gänzliche Rückbildung. Verschmelzung ist Ursache, daß bei der vollkommensten Pentadactylie die Zahl der Carpalia meist geringer ist als 10, als man nach dem Schema erwarten sollte; Rückbildung bringt es dagegen mit sich, daß viele Tiere nur 4, 3, 2 oder sogar nur 1 Zehe haben. Man kann dann mit Sicherheit annehmen, daß die fehlenden Zehen verloren gegangen sind. Die Paläontologie z. B. lehrt uns in ganz überzeugender Weise, daß die jetzt lebenden einzeihigen *Pferde* aus fünfzehigen Urformen durch gesetzmäßige Rückbildung der Zehenzahl hervorgegangen sind.

Die hohe Vervollkommenung und eigentümliche Beschaffenheit der Muskulatur. in seinen Grundzügen geschilderten Wirbeltierskeletts hat einen tiefgreifenden Einfluß auf die übrige Organisation. Wir haben schon hervorgehoben, daß die äußere Erscheinungsweise unter diesem Einfluß steht, daß die Haut nicht wie bei den *Arthropoden* zum Stützapparat wird und daß damit die Bedingungen für die äußere Segmentierung in Wegfall kommen. Noch unmittelbarer ist der Einfluß auf die Anordnung der Muskulatur. Die Entwicklung eines Achsenskeletts bringt es mit sich, daß die Angriffspunkte der Muskulatur von der Haut, an welcher die Muskeln bei *Mollusken*, *Arthropoden* und *Würmern* endigen, auf das Innere übertragen werden. Eine Hautmuskulatur besteht bei den Wirbeltieren nur in unwesentlichen Resten fort; sie ist ersetzt durch die Rumpfmuskulatur. Letztere ist ihrer ersten Anlage nach ein auf jeder Seite der Wirbelsäule hinziehender Längsstrang von Muskelfasern (Fig. 486), welcher durch bindegewebige Scheidewände, die Ligamenta intermuscularia, in viele hintereinander gelagerte Segmente, die Myotome oder Myocommata, zerlegt wird. Wenn man daher bei einem Fisch durch Kochen das Bindegewebe löst, so zerfällt die Muskulatur in lauter scheibenförmige Stücke. Die Ligamenta intermuscularia spannen sich zwischen Haut und Achsenskelett aus; sie übertragen vermöge ihrer Verlaufsrichtung die Wirkung der Muskeln auf das Achsenskelett, indem sie jedesmal rückwärts an der Haut beginnen und etwas vorwärts am Achsenskelett enden.

Eine gegliederte Rumpfmuskulatur findet sich schon beim *Amphioxus* und den *Myxinoiden*, deren Achsenskelett nur aus der Chorda besteht und daher noch ungegliedert ist. Die Muskelgliederung ist somit älter als die Skelettgliederung und, wie wir noch weiter hinzufügen können, Ursache der letzteren. Die Bewegungen der Muskeln verhindern, daß die knorpelige oder knöcherne Wirbelsäule ein Continuum bildet, wie es die Chorda und die bindegewebige skelettogene Schicht sind; sie bewirken, daß in kleinen Intervallen Gelenke entstehen oder daß biegsame, die Knorpel- oder Knochensäule in die Wirbelkörper abteilende Gewebspartien erhalten bleiben. Naturgemäß dürfen diese biegsamen Strecken nicht mit den Muskelgrenzen zusammenfallen, sondern müssen zwischen ihnen liegen; mit anderen Worten: Muskelgliederung und Skelettgliederung, Myotome und Sklerotome, müssen miteinander alternieren. Wenn die Schädelkapsel die Gliederung vermissen läßt, so hat das seinen Grund darin, daß Muskelsegmente hier für die Ortsbewegung keine Bedeutung haben, sich rückbilden oder nur in geringen Resten erhalten bleiben. Wenn nun bei den *Säugetieren*, z. B. dem Menschen, von der

hier geschilderten Muskelanordnung nur noch sehr wenig zu erkennen ist, so hat das seinen Grund in der Ausbildung der Extremitäten; je mehr diese an Bedeutung gewinnen und die wichtigsten Bewegungsapparate des Körpers werden, um so mehr werden Teile der Stammesmuskulatur abgezweigt, umgruppiert und in den Dienst der Extremitäten gestellt. Segmentale Muskeln sind nur noch die Intercostales und die einzelnen Teile der Muskelmasse, welche links und rechts von der Wirbelsäule am Rücken hinzieht. Embryonal legt sich jedoch bei allen Wirbeltieren die Muskulatur segmental in Form der Ursegmente (früher Urwirbel genannt) an (Fig. 487); von den Ursegmenten schnüren sich Teile wie Knospen ab und liefern die Extremitätenmuskulatur.

Ein weiterer wichtiger Grundzug der Wirbeltiermuskulatur ist darin gegeben, daß sie bei ihrer Entstehung fast rein dorsal ist und daher auch dauernd bei den *Fischen* vorwiegend dorsal angebracht ist. Die Muskeln, die sich ventral vorfinden, sind zum größten Teil erst vom Rücken dahin verlagert, wobei abermals als wesentlichste Ursache die fortschreitende Ausbildung der paarigen Extremitäten anzusehen ist. Der

Fig. 486.

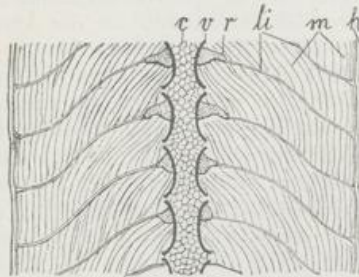


Fig. 486. Horizontalschnitt durch die vordere Rumpfgegend eines jungen *Rhodeus amarus*, auf der Höhe der Ursprünge der unteren Bögen. *c* Chorda, *v* knöcherne Wirbelkörper, *r* Rippenenden der knorpeligen unteren Bögen, *li* Ligamenta intermuscularia, *m* Längsmuskeln, *h* Haut.

Fig. 487.

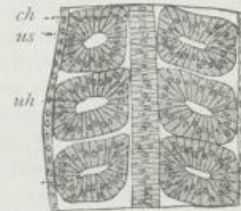


Fig. 487. Frontalschnitt durch den Embryo von *Triton*. *ch* Chorda, *us* Ur-segmente (Muskelanlagen), *uh* Höhlungen der Ursegmente (aus O. Hertwig).

dorsale Charakter der Wirbeltiermuskulatur ist nur ein Teil einer Allgemeinerscheinung, daß nämlich durch die Skelettachse im Wirbeltierkörper eine Scheidung zwischen einer dorsalen, animalen, d. h. fast nur animale Organe enthaltenden Sphäre und einer ventralen, vorwiegend vegetativen Sphäre herbeigeführt wird. Außer den Muskeln gehören der Rückenseite noch an: 1. das Nervensystem, 2. die wichtigsten Sinnesorgane: Auge, Nase und Gehörorgan.

Nerven-
system.

Das Centralnervensystem der Wirbeltiere besteht aus Hirn und Rückenmark; es unterscheidet sich von den zum Teil dorsal (Hirn), zum Teil ventral (Bauchmark) angebrachten Centralorganen der übrigen gegliederten Tiere (*Anneliden* und *Arthropoden*) durch seine rein dorsale Lage; ferner unterscheidet es sich von den Ganglienknötchen und Nervensträngen aller wirbellosen Tiere durch die sonst nur noch bei *Ascidien*-Larven vorkommende Röhrenform, d. h. durch die Anwesenheit eines Kanals, der in der Achse des langgestreckten Centralorgans verläuft, eine Flüssigkeit, den Liquor cerebrospinalis, enthält und von einem besonderen Epithel (Ependymepithel) ausgekleidet ist. Dieser Centralkanal

erklärt sich entwicklungsgeschichtlich daraus, daß das Nervensystem sich von dem Ectoblast, von dem es abstammt, nicht durch Abspaltung, sondern durch Einfaltung ablöst (Fig. 9, S. 30). In der Rückenhaut des Embryo macht sich frühzeitig eine mediane Längsrinne, die Medullarfurche, bemerkbar; der Boden derselben, die Medullarplatte, krümmt sich mit fortschreitender Entwicklung immer energischer von links nach rechts, bis sich die Rinne durch Zusammenneigen der Ränder zum Rohr geschlossen hat. Wichtig ist, daß fast bei allen Wirbeltieren das hintere Ende des Neuralrohres mittelst des Canalis neurentericus mit dem ventral gelegenen Darmrohr in offener Kommunikation steht, eine Kommunikation, welche sonst nur noch bei den Larven der *Ascidien* beobachtet wird (Fig. 269, S. 298). Eine Kommunikation nach außen besteht lange am vorderen Ende und heißt Neuroporus. — Das Neuralrohr des niedersten Wirbeltiers, des *Amphioxus*, ist in ganzer Länge gleichförmig dick. Immerhin läßt sich sein vorderes Ende als rudimentäres Hirn von dem Hauptteil, dem Rückenmark, unterscheiden, indem der sonst enge Neuralkanal sich vorn blasenförmig erweitert. Wie bei Ascidienlarven kann man sogar zwei Hirnabschnitte unterscheiden: 1. die blasenförmige Anschwellung selbst, Archencephalon, 2. einen Übergangsteil, Metencephalon.

Bei allen übrigen Wirbeltieren ist das Gehirn als ein ansehnlicher Abschnitt vom Rückenmark scharf abgesetzt. Das Rückenmark (Medulla spinalis) ist ein cylindrischer, nur bei den *Cyclostomen* (Fig. 475) bandförmig abgeplatteter Strang, welcher in der ventralen und dorsalen Mittellinie von zwei Längsfurchen eingekerbt ist [Sulcus anterior (*Sa*) und S. posterior (*Sp*), Fig. 75]. Der Centralkanal (*Cc*) ist aus der Achse ventral verschoben, sein Lumen außerordentlich eingengt durch das Nervengewebe des Rückenmarks. An letzterem kann man, wie an den Ganglienknoten der wirbellosen Tiere, zwei Schichten unterscheiden, von denen die eine im wesentlichen nur Nervenfasern, die andere außer Nervenfasern zahlreiche Ganglienzellen enthält. Die Anordnung der Schichten ist aber genau entgegengesetzt der Anordnung der Ganglienknoten, indem die Ganglienzellschicht, „die graue Substanz“, im Centrum liegt, die Nervenfaserschicht, „weiße Substanz“ (*W*), dagegen peripher, eine umgekehrte Schichtenfolge, die eine notwendige Folge der Entwicklung durch Einfaltung ist. Der durch die Namen ausgedrückte Farbenunterschied hat seinen Grund darin, daß in der Rinde des Rückenmarks die weißen, markhaltigen Nervenfasern verlaufen, während die in der grauen Substanz zwischen den Ganglienzellen vorkommenden Nervenfasern fast ausschließlich grau und marklos sind. Der Farbenunterschied beider Substanzen fehlt daher beim *Amphioxus* und den *Cyclostomen*, welche noch keine markhaltigen Nervenfasern haben, ohne daß die Architektur des Rückenmarks im Prinzip eine andere wäre. — Die graue Substanz umgibt zunächst den Centralkanal, ragt dann aber noch weiter auf jeder Seite mit abgerundeten Vorsprüngen dorsal und ventral in die weiße Substanz hinein; sie erhält so auf dem Querschnitt die Gestalt eines H, dessen dorsale Schenkel die Hinterhörner (*HH*), die ventralen die Vorderhörner (*VH*) heißen. Durch Vorder- und Hinterhörner und die von ihnen entspringenden vorderen und hinteren Nervenwurzeln wird die longitudinal gefaserte, weiße Substanz (*W*) jederseits in drei Längstränge zerlegt, die Seiten-, Vorder- und Hinterstränge.

Jedem Muskelsegment entsprechend gehen vom Rückenmark zwei Nervenwurzeln ab, eine dorsale, welche aus dem Hinterhorn der grauen

Rücken-
mark.

Substanz kommt und in einiger Entfernung vom Rückenmark zu einem Ganglion (G. spinale) anschwillt, eine ventrale, die dem Vorderhorn entstammt und kein Ganglion besitzt. Die dorsale Wurzel enthält vornehmlich sensible, die ventrale nur motorische Nervenfasern (Bellsches Gesetz). Selten verästeln sich beide Wurzeln eine jede für sich. Die Regel ist, daß sie sich zunächst zu einem gemischten Nerven durchflechten und dieser sich dann in einen dorsalen und ventralen Ast gabelt.

Gehirn.

Das Gehirn sämtlicher cranioten Wirbeltiere stimmt in seinem am schönsten während der Entwicklung zutage tretenden Grundplan mit dem Hirn des Menschen überein (Fig. 488). Ausgangspunkt ist der oben für *Amphioxus* geschilderte zweiteilige Zustand: zu vorderst das Urhirnbläschen oder Archencephalon, dahinter das den Übergang zum Rückenmark vermittelnde Hinterhirn oder Metencephalon. Dieses Entwicklungsstadium findet sich nur bei wenigen niederen Wirbeltieren und ist auch hier von kurzer Dauer; indem das Urhirn sich in zwei Teile sondert, das Vorderhirnbläschen (Prosencephalon) und das Mittelhirnbläschen (Mesencephalon), wird der seit langem bekannte dreiblasige Zustand des Gesamthirns hergestellt. Bei den meisten Wirbeltieren wird derselbe schon erreicht, noch ehe der Medullarkanal sich schließt. Früher ließ man auf den dreiblasigen Zustand des Hirns den fünfblasigen folgen, auf welchem das Mittelhirn (*MH*) sich unverändert erhält, das Hinterhirn dagegen sich in Kleinhirn (*KH*) und Nachhirn (*NH*), das Vorderhirn in Großhirn (*VH*) und Zwischenhirn (*ZH*) teilen sollte. Unnatürlich ist bei dieser Darstellung die Unterscheidung eines 4. und 5. Hirnbläschens, da Kleinhirn und Nachhirn sich zueinander

verhalten wie Decke und Basis eines und desselben Raumes (Fig. 489). Dagegen ist die Unterscheidung von Großhirn und Zwischenhirn berechtigt. Das Vorderhirn ist gleich bei seiner Entstehung am vorderen Ende durch eine Einbuchtung in zwei Lappen abgeteilt. Dieselben wachsen zu den Großhirnhemisphären aus und sondern sich dabei von einem dahinter gelegenen unpaaren Abschnitt, dem Zwischenhirn oder zweiten Hirnbläschen.

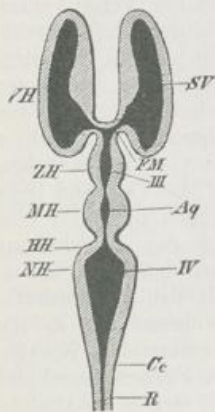
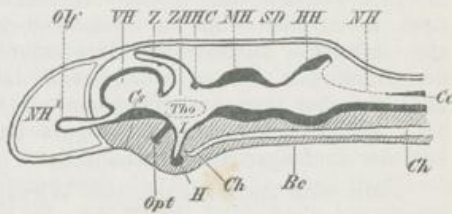


Fig. 488. Schema des Wirbeltierhirns (aus Wiedersheim). *VH* Vorderhirn (Großhirn), *ZH* Zwischenhirn (Thalami optici), *MH* Mittelhirn (Corpora quadrigemina), *HH* Hinterhirn (Kleinhirn), *NH* Nachhirn (Medulla oblongata), *SV* Seitenventrikel, *III*, *IV* dritter und vierter Ventrikel, *FM* Foramen Monroi (Verbindung der Seitenventrikel untereinander und mit dem dritten Ventrikel), *Aq* Aquaeductus Sylvii, *R* Rückenmark mit Centralkanal (*Cc*).

Führen wir jetzt die Ausdrücke der menschlichen Anatomie für die einzelnen Hirnabschnitte ein, so besteht die erste Hirnblase (*VH*) aus den beiden Großhirnhemisphären, deren dorsale und seitliche Wandungen sich meist stark verdicken und das Pallium heißen, während zwei Anschwellungen an der Basis links und rechts die Corpora striata (Fig. 489 *Cs*) genannt werden. Die Hohlräume in den Hemisphären sind der erste und zweite Ventrikel (*SV*). Vom vorderen Abschnitte jeder Großhirnhemisphäre sondert sich stets noch ein besonderer Teil ab, der Lobus olfactorius (*Olf*), welcher den Nervus olfactorius zum Geruchsorgan abgibt. Da nun das Geruchsorgan häufig durch einen weiten Zwischenraum vom vorderen Hirnende getrennt ist, muß entweder der Nervus

olfactorius lang ausgezogen sein, wie bei den *Amphibien* (Fig. 529), oder der Lobus olfactorius muß sich strecken, wie z. B. bei vielen *Haien* (Fig. 513). Im letzteren Falle liegt das angeschwollene Ende des Lobus der Geruchsschleimhaut dicht an und bleibt mit dem Hirn durch einen Stiel in Verbindung. Man nennt dann den Stiel Tractus, die Anschwellung Bulbus olfactorius; beide müssen als Hirnteile sehr wohl vom Nervus olfactorius unterschieden werden.

Fig. 489. Schema eines Sagittalschnitts durch das Wirbeltierhirn und seine Umgebung (aus Wiedersheim). *VH*, *ZH*, *MH*, *HH*, *NH* = Vorder-, Zwischen-, Mittel-, Hinter-, Nachhirn, *Olf* Lobus olfactorius, *Z* Zirbeldrüse, *CH* hintere Commissuren der Thalami optici (*Tho*), *I* Infundibulum, *H* Hypophysis, *Cs* Corpus striatum, *Opt* Opticus, *NH* Nasenhöhle, *Ch* Chorda, *Bc* Basis cranii, *Sd* Schädeldecke, *Cc* Centralkanal des Rückenmarks.



Im Bereich der zweiten Hirnblase (*ZH*) verdicken sich vornehmlich nur die Seitenwandungen und liefern die unmittelbar an die Corpora striata anschließenden Thalami optici; die Decke dagegen entwickelt keine Nervensubstanz und bleibt eine dünne Epithelschicht, die man früher ganz unberücksichtigt ließ, so daß man von einer in das Lumen des Hirns einleitenden Öffnung, einem „vorderen Hirnschlitz“ sprechen konnte; er führt in das Innere des sogenannten dritten Ventrikels (*III*). Dünnwandig ist auch die Basis zwischen den Thalami optici; sie ist zugleich zu einem Trichter nach abwärts ausgestülpt, dem Infundibulum. — Die dritte Hirnblase ist in der Regel durch eine tief einschneidende Längsfurche in einen linken und rechten Lappen abgeteilt. Bei den *Säugetieren*, bei denen die hier flache Längsfurche durch eine Querfurchung gekreuzt wird — daher der Name Corpora quadrigemina, Vierhügel für das Mittelhirn — schwindet das Lumen des Mittelhirnbläschens durch gleichmäßige Verdickung seiner Wandungen bis auf einen dünnen Kanal, den Aqueductus Sylvii, was zur Folge hat, daß man die Bezeichnung „IV. Ventrikel“ auf den Hohlraum des folgenden und letzten Hirnabschnitts anwendet. Dieser heißt Medulla oblongata oder verlängertes Mark, weil er aus der Verlängerung des Rückenmarks hervorgeht und in vieler Hinsicht die Strukturverhältnisse desselben fortführt. Er unterscheidet sich äußerlich von ihm, indem er sich nach vorn allmählich verbreitert und unter Bildung des hinteren Hirnschlitzes zugleich seine Decke verliert. Auch hier würde man richtiger sagen, daß die Decke des Medullarrohrs auf ein dünnes Epithelhäutchen reduziert ist. Vor dem hinteren Hirnschlitz liegt das Kleinhirn, vielfach nur eine dünne, quer gespannte Marklamelle. Meist jedoch ist es ein ansehnlicher Hirnteil, welcher bei *Säugetieren* aus einem medianen Wulst (dem Wurm), und zwei seitlichen Hervorwölbungen, den Kleinhirnhemisphären, besteht.

Obwohl die besprochenen Hauptabschnitte bei allen Wirbeltieren mit Ausnahme des *Amphioxus* vorkommen, ist doch das Aussehen des Hirns in den einzelnen Klassen ein wesentlich verschiedenes, weil das Größenverhältnis und damit auch die Gestalt der Teile ganz außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist. Bei den niederen Wirbeltieren sind Mittelhirn und Nachhirn unverhältnismäßig umfangreich, während das Großhirn, manchmal auch das Kleinhirn, an Masse unbedeutend ist. Am

Großhirn wiederum bleiben die Hemisphären im Wachstum hinter den Corpora striata und den Lobi olfactorii zurück. Umgekehrt überflügeln bei den höheren Wirbeltierklassen das Großhirn und das Kleinhirn die übrigen Abschnitte. Ganz besonders vergrößern sich proportional der Intelligenzzunahme die Großhirnhemisphären; sie wachsen nach rückwärts und decken schließlich beim *Menschen* und bei den *Affen* die übrigen Hirnabschnitte zu; sie dehnen sich auch nach vorn aus und verdrängen die bei Fischen das vordere Hirnende bezeichnenden Bulbi olfactorii nach der Basis. Um bei dem engbegrenzten Raum der Schädelhöhle eine möglichst ausgedehnte Entwicklung der Hirnrinde, welche der Sitz der Intelligenz ist, zu ermöglichen, faltet sich die Oberfläche zu Berg und Tal, den Gyri und Sulci, ein. Etwas Ähnliches vollzieht sich auch beim Kleinhirn, welches bei *Vögeln* und *Säugetieren* nächst dem Großhirn der umfangreichste Hirnabschnitt ist.

Hypophysis,
Epiphysis,
Parietal-
organ.

Mit dem Zwischenhirn der Wirbeltiere hängen zwei rätselhafte Organe zusammen, von denen das eine dorsal an der Grenze der Vierhügel und Thalami optici, das andere ventral am Infundibulum lagert (Fig. 489), weshalb das erstere Epiphysis, das zweite Hypophysis heißt. Die Hypophysis entsteht nach Art einer Drüse als eine Ausstülpung der embryonalen Mundhöhle, der Mundbucht. Die so gebildete Hypophysentasche schnürt sich ab, vergrößert sich durch Knospung und verwächst mit Teilen, welche vom Ende des Infundibulum stammen, zu einem einheitlichen zweilappigen Körper. Vielleicht ist es dieselbe Drüse, welche man bei den *Ascidien* (S. 298) unter dem Ganglion findet, nur in rudimentärem Zustande. — Die Epiphysis (Zirbeldrüse) ist eine Ausstülpung der Hirndecke. Aus ihr entwickelt sich bei vielen Wirbeltieren das Parietalorgan. Dasselbe hat bei manchen *Reptilien* (*Hatteria*, *Anguis*, *Lacerta* etc.) die Structur eines bläschenförmigen Auges (Parietalauge) und liegt hier, abgertückt vom Hirn und mit ihm durch einen Nerven verbunden, in einem besonderen Loch der Scheitelbeine, welches nicht nur bei lebenden, sondern auch bei ausgestorbenen *Reptilien* nachweisbar ist. Über dem „Parietalauge“ kann die Haut glasartig durchsichtig sein.

Hirnnerven.

Rücksichtlich der Hirnnerven herrschen bei allen *Amnioten* prinzipiell die gleichen Verhältnisse wie beim *Menschen*: man kann 12 Hirnnerven unterscheiden: 1. Olfactorius, 2. Opticus, 3. Oculomotorius, 4. Trochlearis, 5. Trigemini, 6. Abducens, 7. Facialis, 8. Acusticus, 9. Glossopharyngeus, 10. Vagus, 11. Accessorius, 12. Hypoglossus. Bei den *Anamnioten* zeigen die 2 letzten Nerven abweichende Verhältnisse; der Accessorius erscheint hier noch als Teil des Vagus, ist somit noch nicht zu einem selbständigen Nerven geworden; für den Hypoglossus dagegen kann man nachweisen, daß er bei *Selachiern* und *Amphibien* durch echte, hinter dem Schädel austretende Spinalnerven mit mehr oder minder rückgebildeten dorsalen Wurzeln vertreten wird. Diese „occipitospinalen“ Nerven haben sich bei den *Amnioten* zum Hypoglossus vereint und sind scheinbar zu einem Hirnnerven geworden, weil die entsprechenden Wirbel mit dem Hinterhaupt verschmolzen sind. Bei den *Teleostiern* ist diese Umwandlung schon eingeleitet. Bei *Selachiern* und *Dipneusten* wurde in der Neuzeit ein rudimentärer mit einem Ganglion versehener Hirnnerv entdeckt, der vor dem Olfactorius das Großhirn verläßt und zum Geruchsgrübchen verläuft (N. terminalis).

Da unzweifelhaft im Kopf der Wirbeltiere zahlreiche verwachsene Körpersegmente enthalten sind, mindestens so viele, als sich Visceralbögen

finden, so entsteht die Frage, ob man auch für die Hirnnerven noch Reste der für die Spinalnerven so deutlichen segmentalen Anordnung erkennen kann. Hieran reiht sich die weitere Frage, ob das Bellsche Gesetz von den dorsalen sensiblen und ventralen motorischen Wurzeln auf die Hirnnerven übertragbar ist. Bei diesen Fragen scheiden die dem Vorderhirnbläschen entstammenden N. olfactorius und N. opticus aus. Letzterer ist überhaupt kein peripherer Nerv, sondern eine Verbindung von Hirnteilen, da die Retina des Auges, wie wir sehen werden, ein durch Ausstülpung nach der Peripherie verschobener Hirnteil ist. Mit dieser seiner cerebralen Natur hängt eine Eigentümlichkeit des Opticus zusammen, die „Kreuzung“: bei *Knochenfischen* tritt der linke Nerv an das rechte, der rechte Nerv an das linke Auge, wobei die Nervenfasern bei der Wegkreuzung sich durchflechten oder übereinander hinweglaufen können. Bei den meisten Wirbeltieren ist nur ein Teil der Fasern außerhalb des Gehirns gekreuzt (Chiasma). Vollzieht sich die Kreuzung ganz innerhalb des Hirns, so macht es den Eindruck, als werde jedes Auge von einem gleichseitigen Nerven versorgt (*Cyclostomen*).

Was nun die übrigen Nerven anlangt, welche sämtlich vom Nachhirn entspringen, und zwar mit Ausnahme des Trochlearis von der Basis und den Seitenteilen desselben, so entwickeln sich Oculomotorius und Abducens, vielleicht auch Trochlearis, nach Art vorderer Wurzeln; sie versorgen die Augenmuskeln, d. h. Reste der am Kopf zum größten Teil rückgebildeten, aus den Myotomen (Ursegmenten) sich entwickelnden Stammesmuskulatur: alle übrigen Hirnnerven — selbstverständlich mit Ausschluß des Hypoglossus — entstehen wie dorsale Wurzeln und sind auch mit Ganglienknoten ausgerüstet (G. Gasseri des Trigeminus, Vagus- und Glossopharyngeus-Ganglien etc.), sie enthalten aber mehr oder minder reichliche motorische Fasern, die zu visceralen Muskeln treten. Es hat das zur Frage geführt, ob nicht auch die dorsalen Spinalwurzeln entsprechende motorische Fasern führen. — Auf eine ursprünglich segmentale Anordnung der Hirnnerven hat man vorwiegend aus ihrer Verbreitung an den segmental angeordneten Visceralbögen der Fische geschlossen (Trigeminus vor dem Kieferbogen, Facialis vor dem Zungenbeinbogen, Glossopharyngeus und Vagus mit vielen Ästen vor den Kiemenbögen).

Außer dem Körpervervensystem haben die Wirbeltiere noch ein besonderes, die Eingeweide versorgendes Nervensystem, den Sympathicus, und in demselben ein besonderes Centralorgan, den „Grenzstrang“. Letzterer besteht aus einem linken und rechten, unter der Wirbelsäule hinziehenden, durch Rami viscerales mit den Spinalnerven verbundenen Längsstrang, in welchem Ganglienknoten eingebettet sind. Das letzte Ganglion liegt an der Basis der Schwanzwirbelsäule, das erste am vordersten Halsende; von letzterem dringen sympathische Fäden an die Basis des Kopfes vor, auch dort mit Knötchen (Ganglion oticum, G. sphenopalatinum) in Verbindung tretend. Der Grenzstrang entsendet Nerven in Form zierlicher, mit Vorliebe die Blutgefäße begleitender Geflechte (Plexus sympathici) an die vegetativen Organe (Darm, Geschlechtsapparat etc.); er steht ferner mit den Spinalnerven in Verbindung.

Der zwischen Centralnervensystem und dem umhüllenden Skelett gelegene Raum ist bei Fischen sehr ansehnlich und von lockerem, fettreichem Gewebe erfüllt, welches sich im Umkreis der Centralorgane zu einer primitiven gefäßreichen Hirn- und Rückenmarkshaut (Meninge) verdichtet. Diese primitive Meninge, welche Hirn und Rückenmark mit Blutgefäßen versorgt, sondert sich durch Entwicklung ansehnlicher Lymphräume zu-

Sympathicus.

Hirnhäute.

nächst (*Amphibien* — *Vögel*) in zwei Schichten („Pia“ und „Dura mater“), zu denen sich bei *Säugetieren* die Arachnoidea als dritte gesellt. Die Pia mater ist die die Blutgefäße führende Hülle, die Dura mater eine derbe Haut, die im Bereich des Schädels sich dem Periost desselben nähert und schließlich sich mit ihm vereinigt, je mehr die Schädelhöhle von dem an Masse zunehmenden Hirn erfüllt wird.

Sinnes-
organe.

Bei der Deutung der Sinnesorgane der Wirbeltiere bewegen wir uns auf viel sicherer Grundlage als bei den übrigen Tierstämmen, da die große Ähnlichkeit mit den Sinnesorganen des Menschen im allgemeinen gestattet, die eigenen Erfahrungen bei der Deutung zu verwenden. Die Tastorgane machen hiervon freilich eine Ausnahme, da dieselben nur bei den Landbewohnern, dagegen nicht bei den Fischen den betreffenden menschlichen Einrichtungen gleichen. Die Tastorgane des Menschen, der übrigen *Säugetiere*, *Vögel*, *Reptilien* und *Amphibien* haben das Eigentümliche, daß die Nerven nicht in Epithelzellen enden, sondern an besonderen Tastzellen der Lederhaut, welche entweder einzeln im Bindegewebe liegen (*Amphibien*, *Reptilien*), oder zu Gruppen vereint die Tastkörperchen erzeugen (*Vögel*, *Säugetiere*)

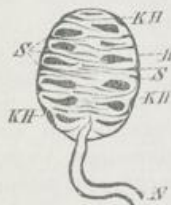


Fig. 490. Tastkörperchen aus der Vogelzunge. *N* zutretender Nerv, *H* äußere Hülle, *KH* Kerne derselben, *S* Scheidewände.

(Fig. 490). Die Tastkörperchen haben die Gestalt ovaler Kolben und sind in besondere Papillen der Lederhaut eingebettet. Ihnen gleichen in ihrer Form und Lagerung die Vater-Pacinischen Körperchen, welche sich in ihrer feineren Structur allerdings wesentlich unterscheiden (Fig. 77, S. 106) und, da sie auch in inneren Organen (Mesenterium der *Katze*) vorkommen, in ihrer Function noch gänzlich räthselhaft sind. Neben diesen mesodermalen Nervenendigungen finden sich bei allen Wirbeltieren intraepitheliale Nervenverästelungen, wie sie am schönsten an der Hornhaut des Auges und bei Tieren mit empfindlicher Schnauze, wie *Schwein* und *Maukourf*, an dieser zu beobachten sind. Auch

hier gehen die feinsten Nervenäusläufer nicht in Epithelzellen über, sondern enden zwischen ihnen mit kleinen Knöpfchen.

Den *Fischen* fehlen Tastzellen, Tastkörperchen und Kolbenkörperchen; dafür ist ihre Haut mit Sinnesorganen ausgerüstet, in denen ein typisches Sinnesepithel nachweisbar ist. Die Hautnerven treten aus der Lederhaut in die Epidermis über und enden an ovalen Zellgruppen, die zwar in ein vielschichtiges Epithel eingebettet sind, selbst aber aus einer einzigen Lage von Sinneszellen bestehen. Nach der Structur der letzteren unterscheidet man Nervenendhügel und Nervenendknospen. Die Nervenendhügel sind die spezifischen Elemente der später zu besprechenden Seitenorgane der *Fische* und der durch Kiemen atmenden *Amphibien* und *Amphibienlarven* und scheinen somit besondere, für den Wasseraufenthalt wichtige Empfindungen zu vermitteln, weshalb man auch von Organen eines sechsten (dem Menschen fehlenden) Sinnes gesprochen hat (cfr. S. 106). Die Nervenendknospen drängen sich namentlich in der Umgegend der Mundöffnung zusammen, an den Lippen und Barteln. Indem sie auch in der Mundschleimhaut der *Fische*, speziell in dem den Gaumen überziehenden Teil vorkommen, leiten sie uns zu den Geschmacksgeschmacksorganen über. Vollkommen gleichen Bau wie die Nervenendknospen der Fischhaut zeigen die Geschmacksknospen (Schmeckbecher),

welche zuerst bei *Säugetieren*, später auch bei den übrigen Wirbeltieren entdeckt wurden. Sie haben ihren Lieblingssitz am Grunde der Zunge in den Wandungen der Papillae circumvallatae des *Menschen*, der großen Papilla foliata der *Nagetiere* etc.

Ob die Nervenendknospen der Haut auch zu den Geruchsorganen überleiten, ist sehr zweifelhaft. Die Riechschleimhaut mancher *Fische* ist noch ein vielschichtiges Epithel mit dicht nebeneinander gelagerten Nervenendknospen (Fig. 491). Es wäre denkbar, daß durch Schwund der trennenden Brücken gewöhnlichen Epithels die Nervenendknospen sich zu einem kontinuierlichen Riechepithel zusammenschlossen, wie es den Wirbeltieren in der Regel zukommt. Doch findet diese Auffassung Schwierigkeiten im feineren Bau der Riechzellen. — Das vom Riechepithel ausgekleidete Geruchsorgan, die Nase, hat nun ebenso wie Auge und Gehör durch den Grad der Vervollkommnung, welchen es erreicht, sowie durch die dabei zutage tretenden, systematisch wichtigen Unterschiede ein besonderes Interesse. Mit Ausnahme der *Cyclostomen* und des *Amphioxus*, welche einen unpaaren Nasensack haben, haben alle Wirbeltiere eine paarige Nase. Bei ausgebildeten *Fischen* und bei den Embryonen von *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugetieren* liegen scheitelwärts von der

Fig. 491.

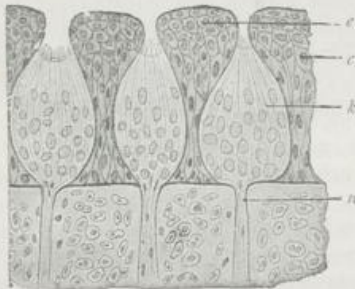


Fig. 492.

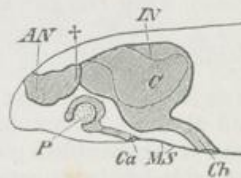


Fig. 491. Querschnitt durch die Geruchsschleimhaut eines *Fisches* (*Belone*). *e* Epithel, *k* Geruchsknospen, *n* zutretende Nerven (aus O. Hertwig, nach Blaue).

Fig. 492. Schema der Nase einer *Eidechse* (Sagittalschnitt). *AN* äußere, *IN* innere Nasenhöhle, *†* Verbindung beider, *C* Nasenmuschel, *CH* Choane, *MS* Mundschleimhaut, *P* Jacobsonsches Organ, *Ca* Kanal desselben zur Mundhöhle (nach Wiedersheim).

Mundöffnung (ventral vor oder dorsal hinter ihr) zwei Grübchen, entweder vollkommen isoliert für sich oder nur durch eine Rinne der Haut mit der Mundhöhle verbunden (Fig. 519, 520). Wenn die Wirbeltiere auf das Land übergehen und die Kiemenatmung mit der Lungenatmung vertauschen, erhält die Nase die weitere Bedeutung eines Luft zuleitenden Kanals; zu diesem Zweck schließt sich die Nasenmundrinne zu einer Röhre, welche mit der einen Öffnung auf der Haut beginnt, mit der zweiten Öffnung, der Choane, in die Mundhöhle führt. In der Wand der Röhre, vornehmlich ihrer dorsalen Partie, ist das eigentliche Riech-säckchen eingebettet (Fig. 492). Die innere Öffnung liegt bei *Amphibien*, *Eidechsen*, *Schlangen* und *Vögeln* weit vorn hinter dem Oberkiefer; bei *Crocodilen*, *Cheloniern* und *Säugetieren* ist dagegen die Choane an der Schädelbasis rückwärts verlagert, bei den *Crocodilen* und manchen *Säugetieren* (*Edentaten*) bis in die Nähe der Wirbelsäule. Die Verlagerung wird durch die Entwicklung des harten Gaumens herbei-

geführt, einer Scheidewand, welche die primitive Mundhöhle in zwei Etagen teilt, eine untere, die bleibende oder secundäre Mundhöhle, und eine obere, welche als secundäre Nasenhöhle zum Nasenkanal hinzugeschlagen wird und denselben nach rückwärts verlängert. Am harten Gaumen beteiligen sich die anliegenden Knochen der Maxillar- und Palatinreihe, indem die Intermaxillaria, Maxillaria, Palatina, selten auch die Pterygoidea horizontale Gaumenfortsätze aussenden, die von rechts und links ausgehen und in der Mittellinie mit den entsprechenden Knochen der anderen Seite zusammenstoßen. Bei *Säugetieren* wird die knöcherne Scheidewand des harten Gaumens noch eine Strecke weit durch die muskulöse Scheidewand des weichen Gaumens fortgesetzt. Ein fibröser weicher Gaumen findet sich auch bei *Crocodylen*.

Eine weitere Vergrößerung der Nasenhöhle wird herbeigeführt erstens durch komplizierte Faltungen der Wand, die von besonderen Skelettstücken, den Nasenmuscheln, gestützt werden, zweitens durch Ausstülpung lufthaltiger, mit Schleimhaut ausgekleideter Räume, welche in die benachbarten Knochen eindringen; so bilden sich nach oben die Sinus frontales im Stirnbein, nach rückwärts die Sinus sphenoidales im Keilbein, nach außen das Antrum Highmori im Oberkiefer. Umgekehrt kann von der primitiven Nase ein Teil des Hohlraums mit einem Teil der Geruchschleimhaut abgeschnürt werden und eine vollkommen selbständige Nebennase bilden, welche hinter dem Zwischenkiefer in die Mundhöhle mittelst der „Stenonschen Gänge“ mündet. Diese Nebennase, das Jacobsonsche Organ (Fig. 492 P), ist gut entwickelt bei *Eidechsen*, *Monotremen* und *Huftieren*, rudimentär bei fast allen anderen Wirbeltieren.

Auge.

Das Auge der Wirbeltiere zeigt nur beim *Amphioxus* eine auffallend niedrige, an Ascidienlarven erinnernde Entwicklungsstufe; es ist ein unpaarer Pigmentfleck ohne Linse in der Wandung des Hirns; dazu kommen zahlreiche pigmentierte Sehzellen in ganzer Länge des Rückenmarks. Bei allen übrigen Wirbeltieren dagegen — mit Ausnahme von *Myxine* und wenigen im Dunkeln lebenden Formen mit degenerierten Augen — finden wir dieselben Hauptbestandteile, welche dem Sehorgan des Menschen zukommen und in der allgemeinen Zoologie schon eine kurze Darstellung gefunden haben (Fig. 85). Dasselbst haben wir das Auge kennen gelernt als einen bei den meisten Wirbeltieren nahezu kugeligen Körper, der an seinem hinteren Ende am Sehnerven wie an einem Stiele fest sitzt, dessen Inneres von durchsichtigen, lichtbrechenden Substanzen, Linse, Glaskörper (*Corpus vitreum*) und Flüssigkeit (*Humor aqueus*) eingenommen wird, dessen Peripherie aus drei konzentrisch wie Zwiebelschalen angeordneten Membranen besteht. Die äußerste Membran ist die derbe, schützende Sclera, eine meist fibröse, bei vielen Fischen knorpelige Schicht, welche im vorderen Abschnitt durchsichtig wird, eine stärkere Krümmung bekommt und so die Cornea liefert. Die zweite Membran ist die blutgefäß- und pigmentreiche Chorioidea, die an der Grenze von Sclera und Cornea sich zur Iris umwandelt. Die innerste Membran ist die Netzhaut oder Retina, deren Bau und Lagerung für das Wirbeltierauge besonders charakteristisch ist.

Entwicklungsgeschichtlich besteht die Retina (Fig. 84) aus zwei Abschnitten, der Retina im engeren Sinne und dem früher zur Chorioidea gerechneten Tapetum nigrum; erstere läßt weiterhin folgende Schichten erkennen: 1. Limitans interna; 2. Nervenfaserschicht; 3. Ganglienzellen-

schicht; 4. innere granuliert oder retikulierte Schicht; 5. innere Körnerschicht; 6. äußere granuliert oder retikulierte Schicht; 7. äußere Körnerschicht; 8. Limitans externa und 9. Stäbchen- und Zapfenschicht. Die Limitans externa ist die Grenzmembran der embryonalen Retina; die durch sie gebildete Grenze wird später überschritten, indem die dem Embryo bei der Geburt öfters noch fehlenden Stäbchen und Zapfen hervortreten. Zwischen beiden Grenzmembranen spannen sich die Müller'schen Fasern (*m*) aus, lange Stützzellen, wie sie auch in anderen Sinnesepithelien vorkommen, deren Stützfunction noch verstärkt wird von dem feinen Horngestell der beiden retikulierten Schichten. In diesen Stützapparat sind die nervösen Elemente eingebettet, welche man am besten versteht, wenn man vom Nervus opticus ausgeht. Derselbe strahlt in die Nervenfaserschicht aus und tritt auf dem Weg nach seinen Endapparaten, den Sehzellen, zweimal mit Ganglienzellen in Verbindung, von denen die einen der Ganglienzellschicht angehören, die anderen der Schicht der sogenannten inneren Körner; denn letztere sind bipolare Ganglienzellen, soweit sie nicht als Kerne dem stützenden Gerüst zuzurechnen sind. Ein großer Teil der Retinaschichten (die Schichten 1—6) ist somit als Ganglion opticum aufzufassen, wie es auch bei *Mollusken* und *Arthropoden* vorkommt, hier aber stets außerhalb des Auges liegt. Das Sehepithel selbst (die Retina in dem Sinne, wie wir den Ausdruck bei *Arthropoden*, *Mollusken* und *Würmern* gebrauchen) besteht nur aus 2 Schichten, der Schicht der äußeren Körner und der Stäbchen- und Zapfenschicht. Die äußeren Körner sind die Kerne außerordentlich dünner, fadenförmiger Epithelzellen, der Stäbchen- und Zapfenfasern, die an ihrem peripheren Ende die Rhabdome tragen. Bezeichnend für den vollkommenen Bau des Wirbeltierauges ist es, daß meist zweierlei Rhabdome vorkommen (Stäbchen und Zapfen) und daß jedes derselben wieder aus zwei Stücken besteht, dem Außen- und Innenglied. — Das Pigment wird der Retina der Wirbeltiere durch eine besondere Schicht, das oben genannte Tapetum nigrum, geliefert; dasselbe ist eine Lage großer, sechseckiger Epithelzellen, welche auf den Spitzen der Stäbchen und Zapfen aufliegen und letztere mit feinen, pseudopodienartigen Ausläufern umstricken. Da Zellkörper und Ausläufer an schwarzen Pigmentkörnern überaus reich sind, werden die Rhabdome in einen dichten Pigmentmantel eingehüllt.

Haben wir schon in dem gesonderten Auftreten einer Pigmentschicht und weiterhin in der Vereinigung des Ganglion opticum mit dem Sehepithel wichtige Unterschiede des Wirbeltierauges von den Augen der Evertebraten, namentlich von dem sonst so ähnlichen Auge der *Cephalopoden* kennen gelernt, so haben wir nunmehr noch die auffälligste Differenz nachzutragen, indem wir die Art betrachten, in welcher die Retina in das Wirbeltierauge eingefügt ist. Die Retina grenzt mit ihrer Limitans interna und Opticusfaserschicht an den Glaskörper, mit der Stäbchen- und Zapfenschicht, resp. mit dem Tapetum nigrum an die Chorioidea. Der durch die lichtbrechenden Medien einfallende Lichtstrahl tritt somit vom Glaskörper zunächst an das Ganglion opticum heran und gelangt erst, nachdem er dasselbe passiert hat, an die Schicht der Sehzellen; hier trifft er zuletzt auf die Rhabdome, welche er von der Basis nach der Spitze durchläuft. Bei fast allen Wirbellosen, namentlich bei den *Cephalopoden*, gelangt der Lichtstrahl umgekehrt direkt an die peripheren Enden der Rhabdome. Die Rhabdome der *Cephalopoden* wie der meisten

wirbellosen Tiere sind dem Lichte zugewandt, die der *Wirbeltiere* vom Lichte abgewandt.

Entwicklung
des Auges.

Diese vom Gewöhnlichen abweichende, functionell unzweckmäßige, „inverse“ Lagerung der Retina erklärt sich aus der Entwicklungsweise des Wirbeltierauges. Dasselbe kann nach seiner Entstehung in zwei Teile zerlegt werden, einen cerebralen Teil (Opticus, Retina, Tapetum nigrum) und einen peripheren (alles übrige). Wie das Augenrudiment des *Amphioxus* und der *Ascidien* dauernd einen Teil des Hirns ausmacht, so ist die Retina bei allen übrigen Wirbeltieren wenigstens genetisch ein Teil des Hirns, und zwar der ersten primitiven Hirnblase. Zwei Ausstülpungen derselben, die man später im Zusammenhang mit dem Zwischenhirn trifft, schnüren sich zu Hohlkugeln ab, den primitiven Augenblasen, welche durch einen Stiel, die Anlage des Opticus, mit dem Hirn verbunden bleiben (Fig. 493). Die primitiven Augenblasen (*A*) werden bis unter die Haut vorgeschoben und hier in die secundären Augenblasen, die Augenbecher, verwandelt, indem unter gleichzeitiger Bil-

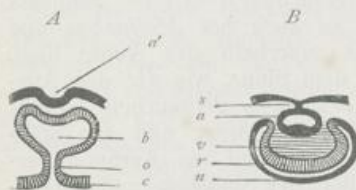


Fig. 493. Entwicklung des Auges (Schema nach O. Hertwig). *A* Primäre Augenblase (*b*), steht durch den Opticus (*c*) mit dem Hirn (*c*) in Verbindung und wird durch die Linse (*a'*) zum secundären Augenbecher eingestülpt, *B* Secundäre Augenblase (Augenbecher), *r* Retina (vordere, innere Wand), *n* Tapetum nigrum (hintere, äußere Wand des Bechers), *v* Corpus vitreum, *a* Linsensäckchen, *s* Stiel, welcher es mit der Haut noch verbindet.

dung der Linse und des Glaskörpers die vordere und untere Wand so tief eingestülpt wird, daß sie die Hinterwand berührt (*B*). Letztere, die Außenwand des so geschaffenen doppelwandigen Bechers, ist das Tapetum nigrum, erstere, die Innenwand, ist die Netzhaut selbst. Achtet man genau auf die Lage der Epithelzellen in der embryonalen Netzhaut, so müssen die peripheren Enden derselben, welche früher das Lumen des Hirns begrenzen halfen, jetzt die Anlage des Tapetum berühren und, wenn sie Rhabdome ausscheiden, mit diesen in die Tapetalschicht hineinwachsen. — Im Gegensatz zur Retina bildet sich die Linse durch Einstülpung von dem Körper-

epithel aus, Sclera, Cornea und Glaskörper aus dem an das Integument angrenzenden Bindegewebe. So sehen wir, daß das Auge der Wirbeltiere in seinem wichtigsten Abschnitt aus dem Hirn stammt und erst später mit Hilfsapparaten, die an der Oberfläche des Körpers entwickelt werden, in Verbindung getreten ist. Dagegen entsteht das Auge bei allen wirbellosen Tieren mit allen seinen gleich von Anfang an harmonisch ineinander gefügten Teilen in der Haut.

Hilfs-
apparate des
Auges.

Das Auge der Wirbeltiere ist noch weiter mit Hilfsapparaten ausgestattet, mit Muskeln, welche es bewegen, mit Augenlidern, welche die leicht verletzliche und namentlich an der Luft durch Trockenheit leidende Cornea beschützen. Die Augenlider sind Hautfalten, die sich von oben oder unten über den Augapfel herüberlegen; sie begrenzen den von Tränenflüssigkeit erfüllten „Conjunctivalsack“, der von der „Conjunctiva“, der Bindehaut des Auges, ausgekleidet wird. Die Conjunctiva kann ein drittes Augenlid liefern, die Nickhaut oder Membrana nictitans. Dieselbe entsteht als eine Conjunctivalfalte, bedeckt von dem oberen und unteren Augenlid, am inneren Augenwinkel und kann von hier aus nach außen und oben über den Bulbus ausgebreitet werden. Eine

besondere Drüse am äußeren Augenwinkel, die Tränendrüse, liefert der Oberfläche des Auges die nötige Feuchtigkeit; eine zweite Drüse, die Hardersche Drüse, gehört dem inneren Augenwinkel an und ist in ihrem Vorkommen an die Anwesenheit der Nickhaut gebunden; beide Drüsen fehlen den *Anamnioten*.

Mit dem Auge wetteifert an Leistungsfähigkeit und an Vollkommenheit des Baues das weiter rückwärts auf der Höhe der Medulla oblongata gelagerte Gehörorgan. Dasselbe bietet nur in seiner ersten Anlage Anknüpfungspunkte an die Hörorgane der wirbellosen Tiere, indem es als eine grubenförmige Einsenkung der Haut entsteht, welche sich meist zu einem vollkommen geschlossenen Bläschen abschnürt und nur bei *Selachiern* dauernd auf der Körperoberfläche durch einen engen Gang (den sonst blind geschlossenen Ductus endolymphaticus) ausmündet. Bei den *Cyclostomen* (Fig. 494 I) ist das Bläschen selbst einheitlich, mit einer einheitlichen Nervenendigung, der Macula acustica; von den *Fischen* aufwärts ist es durch eine Einschnürung, die bei den *Säugetieren* zu dem engen Ductus utriculo-saccularis ausgezogen wird (Fig. 79), in einen oberen und unteren Abschnitt abgeteilt, den Utriculus und den Sacculus, von denen ein jeder seinen Anteil an der M. acustica erhält (Fig. 485 II u. s.). Zu dem Hörbläschen treten Anhänge oder Aussackungen, welche den durch den Namen „Labyrinth“ gekennzeichneten verwinkelten Bau verursachen. Vom Utriculus gehen die drei Bogen-

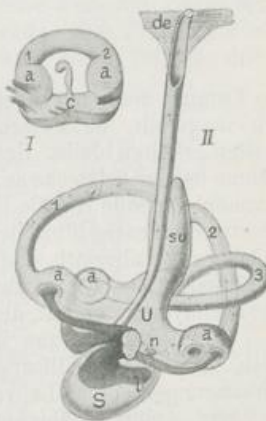


Fig. 494. Gehörbläschen. I von *Myxine*, II von *Chimaera monstrosa* (nach Retzius); a Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle (1 der vordere, 2 der hintere, bei *Myxine* noch einheitlich, 3 der äußere), c das noch einheitliche Gehörbläschen mit Ductus endolymphaticus, de Ductus endolymphaticus auf der Haut mündend, l Anlage der Lagena, S Sacculus, U Utriculus, su Sinus utriculi, schwarz der Hörnerv mit seinen Endigungen (n Macula neglecta).

gänge aus, Kanäle, welche mit einem Ende am Utriculus beginnen, mit dem anderen Ende in ihn zurückleiten; an einem Ende sind sie zu einer Ampulle angeschwollen, in welcher eine besondere Nervenendigung liegt (Crista acustica). Die drei Bogengänge sind senkrecht zueinander, in den drei Richtungen des Raumes angeordnet und unzweifelhaft Sinnesapparate für das im Labyrinth lokalisierte Balancegefühl (vergl. S. 108); sie werden als äußerer horizontaler, vorderer vertikaler (annähernd sagittaler) und hinterer vertikaler (annähernd frontaler) unterschieden. Die beiden vertikalen zeigen die Besonderheit, daß sie am nicht-ampullaren Ende zusammenhängen, was dadurch verständlich wird, daß sie die einzigen Labyrinthanhänge sind, welche schon bei *Cyclostomen* vorkommen, daß sie bei *Myxine* (I) sogar einen einheitlichen (zwei Ampullen vereinigenden) Gang darstellen. Später als die Bogengänge tritt in der Wirbeltierreihe ein blindsackförmiger Anhang des Sacculus auf, die Schnecke oder Cochlea. Sie entwickelt sich erst innerhalb der Fischklasse als eine kleine Vorwölbung (l), in welche ein abgeschnürter Teil der Hörmakel des Sacculus hineingerät. Die Vorwölbung wird bei *Reptilien* und *Vögeln* zu der ansehnlichen „Lagena“, aber erst bei den *Säugetieren* beginnt sie sich

spiralig einzurollen, was den Namen „Schnecke“ veranlaßt hat. Ein Teil der abgeschnürten Nervenmakel entwickelt sich zu der unter dem Namen Cortisches Organ bekannten Nervenendigung.

Das häutige Labyrinth ist ganz oder teilweise in die Seitenwand des Schädels, in die gewöhnlich zum Petrosum oder zu den Otica verknöcherte Gehörkapsel eingebettet. Bei *Säugetieren* und *Vögeln* ist seine Einbettung eine so vollkommene, daß seine Gestalt von den Hohlräumen im Knochen genau wiederholt wird (Fig. 495). Indessen werden

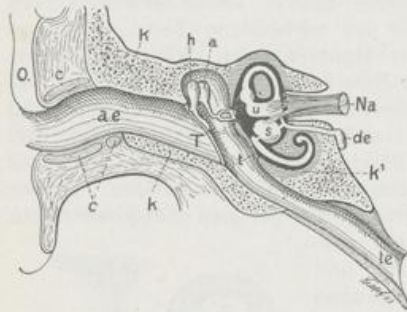


Fig. 495. Querschnitt durch die Gehörregion eines Menschen, schematisiert (im Anschluß an Schwalbe), *o* Basis der Ohrmuschel, *c* Knorpel des äußeren Gehörgangs, *ae* äußerer Gehörgang, *K* Knochen (Schläfenbein). *K*¹ besonders harter Teil desselben im Umkreis des Hörbläschen (knöchernes Labyrinth), *t* Trommelfell, *r* Trommelfell der Fenestra rotunda, *h* Hammer, *a* Amboss mit Steigbügel in dem Cavum tympani eingelagert, *u* Utriculus mit einem Bogengang, *s* Sacculus durch den Canalis reuniens mit der Schnecke verbunden, *de* Ductus endolymphaticus, *Na* Nervus acusticus.

die Lumina des sog. knöchernen Labyrinths von dem häutigen nicht gänzlich ausgefüllt, da zwischen beiden Wandungen ein System von Lymphspalten erhalten bleibt. Besonders regelmäßig ordnen sich die lymphatischen Räume bei der Schnecke an, indem sie zwei nur an der Spitze der Schnecke zusammenhängende Kanäle bilden, die zu beiden Seiten der häutigen Schnecke (Ductus cochlearis) hinziehen und Scala tympani und Scala vestibuli heißen. Im knöchernen Labyrinth sind somit zweierlei Hohlräume und demgemäß auch zweierlei Flüssigkeiten vorhanden; das Innere des häutigen Labyrinths wird von der Endolymphe gefüllt, die umgebenden Lymphspalten von der Perilymphe.

Zu dem Hörorgan im engeren Sinne, dem Hörbläschen oder Labyrinth, können sich Hilfsapparate gesellen, deren Hauptaufgabe es ist, Tonschwingungen dem Labyrinth zuzuleiten. Hilfsapparate sind bei den *Fischen* — deren Fähigkeiten zu hören lange Zeit bezweifelt, neuerdings aber festgestellt wurde — vermöge ihres Aufenthalts im Wasser überflüssig und nur ausnahmsweise vorhanden, da die Schallwellen aus dem Wasser leicht in die Gewebe des Körpers übertreten und daher unmittelbar zu den Endorganen des Hörnerven fortgeleitet werden können. Dagegen werden Hilfsapparate beim Übergang der Wirbeltiere zum Landleben nötig. Der große Dichtigkeitsunterschied zwischen der Luft und den Wirbeltiergeweben bringt es mit sich, daß die Schallwellen nur in ganz unbedeutendem Maße aus jener in diese fortgeleitet werden. Da somit die bei Wasserbewohnern vorhandene Schalleitung durch die Gewebe für die praktische Verwertung in Wegfall kommt, müssen besondere schalleitende Apparate geschaffen werden, sofern nicht das Gehörorgan functionsunfähig werden soll; und so finden wir denn von den *Amphibien* an aufwärts einen Luftkanal, den Gehörgang, ferner ein Trommelfell, welches die Schallschwingungen auffängt, und mit demselben in Verbindung eine Reihe von Gehörknöchelchen, welche die Schwingungen auf das Labyrinth übertragen. Die betreffenden Einrichtungen sind nicht überall functionsfähig (*Cetaceen*); sie können sogar ganz oder teilweise rückgebildet sein (*Urodelen*, *Schlangen*, *Blindschleichen*, *Amphisbänen*). Immer handelt es sich dann um Wasserbewohner oder auf dem Boden

kriechende, meist extremitätenlose Tiere, bei denen die besondere Lebensweise besondere Bedingungen der Schalleitung (Leitung durch die Gewebe) bietet.

Um die schalleitenden Apparate morphologisch zu verstehen, müssen wir uns vergegenwärtigen, daß das Gehörorgan in der Gegend zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen lagert, in der Nachbarschaft eines oben schon kurz erwähnten Kanals, welcher von der Oberfläche des Körpers in den Rachen führt. Der Kanal heißt bei den *Fischen* das Spritzloch und ist das Rudiment einer Kiemenspalte; aus ihm entsteht bei *Amphibien* und *Amnioten* ein Luftraum, der auf der Körperoberfläche durch eine elastische Membran, das in den Annulus tympanicus eingespannte Trommelfell, geschlossen wird, während die Mündung in den Rachen bestehen bleibt (Fig. 495). Dicht unter dem Trommelfell erweitert sich der Luftraum zur Trommelhöhle (Cavum tympani); der in den Rachen mündende Teil ist häufig verengt und heißt Tuba Eustachii. Das häutige Labyrinth liegt in der Wand der Trommelhöhle und grenzt an das Lumen derselben an zwei Stellen unmittelbar an, indem die knöcherne Hörkapsel hier durch Öffnungen durchbrochen ist: die stets vorhandene Fenestra ovalis und die den *Amphibien* noch fehlende Fenestra rotunda. Die Fenestra ovalis wird durch das centrale Ende der Hörnöchelchen, die F. rotunda durch die Membrana tympani secundaria geschlossen.

Wenn wir nun weiter bedenken, daß dicht vor dem Spritzloch der Kieferbogen, dicht hinter ihm der Zungenbeinbogen liegt, so wird es begreiflich, daß Teile derselben in die Trommelhöhle hinein verlagert werden und Hörnöchelchen liefern können. Bei *Amphibien*, *Reptilien* und *Vögeln* verbindet sich das Hyomandibulare oder die Columella an einem Ende mit einer die Fenestra ovalis ausfüllenden Platte (Steigbügelplatte, Operculum), mit dem anderen Ende ist sie in das Trommelfell eingepflanzt und überträgt die Schwingungen des letzteren auf das Labyrinth. Bei den *Säugetieren* wird diese Übertragung noch vollkommener, indem zwischen Hyomandibulare (Stapes) und Trommelfell Teile des Kieferbogens, das Quadratum (Incus) und das Articulare (Malleus), eingeschoben werden und so eine federnde Knochenreihe herstellen (Fig. 495, 496).

Das Trommelfell liegt bei den meisten Wirbeltieren in einer Ebene mit der übrigen Haut oder nur schwach eingesenkt; bei den *Säugetieren* wird es besser geschützt, indem es in die Tiefe sinkt und an den Grund eines Blindkanals zu liegen kommt, des Meatus auditorius externus. Ebenso ist im wesentlichen auf die Klasse der *Säugetiere* die Ohrmuschel beschränkt, eine von Knorpeln gestützte Hautfalte, welche die Schall-schwingungen auffängt.

Unterhalb der Wirbelsäule in der ventralen, die dorsale an Leibeshöhle. Umfang weit übertreffenden Sphäre des Körpers findet man fast sämtliche wichtigen vegetativen Organe des Wirbeltierkörpers in einem geräumigen Hohlraum vereinigt, in dem Cölon oder der Leibeshöhle. Dieselbe ist im Bereich von Kopf und Schwanz, bei *Amnioten* auch im Bereich des Halses rückgebildet; sie ist, wie die Entwicklungsgeschichte besonders klar beim niedersten Wirbeltiere, dem *Amphioxus*, lehrt, ein Abkömmling des Darms, ein echtes, von einem Epithel (Endothel) aus-

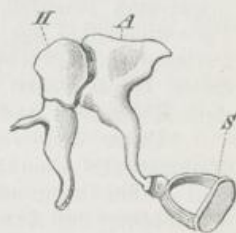


Fig. 496. Gehörknöchelchen des Menschen. H Hammer, A Amboß, S Steigbügel (aus Wiedersheim).

gekleidetes, zwischen Darmfaserblatt und Hautfaserblatt eingeschobenes Enterocöl (vergl. S. 93, 136). Da sie, wie bei anderen bilateralen Leibeshöhlentieren, durch paarige Ausstülpungen des Darms gebildet wird, muß sie durch eine den Darm einschließende Scheidewand, anfänglich in eine linke und rechte Hälfte (linken und rechten Cölomsack) geschieden sein. Diese Scheidewand ist das Gekröse (Mesenterium) des Darms, welches mit seinem dorsalen Abschnitt in ganzer Länge von der Wirbelsäule entspringt, ventral vom Darm aber (als vorderes Mediastinum, Omentum minus und Ligamentum suspensorium hepatis der menschlichen Anatomie) nur bis zur Lebergegend reicht, weiter nach hinten aber fehlt, so daß dann linker und rechter Cölomsack unter dem Darm zusammenfließen. Auch die meisten übrigen Organe sind in der Leibeshöhle durch Aufhängebänder befestigt, so der Hoden durch das Mesorchium, das Ovar durch das Mesovar. Viele *Fische* und manche *Reptilien* besitzen eine Kommunikation der Leibeshöhle nach außen mittelst 1—2 hinter oder neben dem After angebrachter Öffnungen, der Pori abdominales.

Die Leibeshöhle der Wirbeltiere nennt man vielfach Pleuroperitonealhöhle, weil sie bei den *Säugetieren* durch eine Scheidewand, das Zwerchfell, in einen vorderen Abschnitt, die Brust- oder Pleurahöhle, und einen hinteren Abschnitt, die Leibeshöhle im engeren Sinne, Bauch- oder Peritonealhöhle, gesondert ist. Die auskleidenden Membranen dieser Räume nennt man Brustfell oder Pleura, Bauchfell oder Peritoneum. Auch die Pericardialhöhle der Wirbeltiere ist ein Derivat der Leibeshöhle und das Pericard ein abgeschnürter Teil der Pleuroperitonealmembran; man findet daher bei manchen *Fischen* (*Stör*) dauernd eine Verbindung zwischen dem Herzbeutel und der allgemeinen Leibeshöhle.

Darm.

Unter den vegetativen Organen beansprucht der Darm für die systematische Charakteristik der Wirbeltiere das allergrößte Interesse, weil er bei ihnen nicht nur die Verdauung vermittelt, sondern auch bei der Bildung der Atmungsorgane (Kiemen und Lungen) beteiligt ist, während diese Teile bei den Wirbellosen, mit Ausnahme der *Tunicaten* und *Enteropneusten*, vornehmlich auf der Oberfläche der Haut entstehen. Der Darm beginnt in einiger Entfernung vom vorderen Ende auf der ventralen Seite mit der Mundöffnung und endet ebenfalls ventral, aber ziemlich weit entfernt von dem hinteren Ende der Wirbelsäule, der Schwanzspitze, mit dem After. Seiner Abstammung nach ist er vorwiegend entodermal; die Haut beteiligt sich an seiner embryonalen Bildung nur durch ganz flache Einsenkungen vorn und hinten, die Mund- und Afterbucht; sie nimmt dabei die weiche, schlüpfrige Beschaffenheit der „Schleimhaut“ an, wie sie die entodermalen Teile des Darms charakterisiert. Der Anfangsabschnitt des Darms ist geräumig; es ist die ectodermale Mundhöhle und der entodermale Pharynx oder die Rachenhöhle, zwei Räume, die bei den meisten Wirbeltieren ohne Grenze ineinander übergehen, bei *Säugetieren* und *Crocodylen* aber durch den weichen Gaumen gegeneinander abgegrenzt werden. Nun folgt der enge Ösophagus, der sich an seinem unteren Ende zum Magen erweitert. Vom hinteren Magenende, dem Pylorus, beginnt der Dünndarm; den Abschluß bildet der Dickdarm, der zum drittenmal erweiterte Endabschnitt des Darms, der bei höheren Wirbeltieren durch den Besitz von 1—2 Blindsäcken und eines Klappenapparates gegen den Dünndarm abgegrenzt wird. Der Endabschnitt des Darms ist bei den meisten Wirbeltieren eine Kloake, weil er die Urogenitalwege aufnimmt. Von Anhangsdrüsen des Darms ist nur die Leber konstant, welche schon beim *Amphioxus*,

allerdings nur als einfacher Blindsack, angelegt ist, von den *Cyclostomen* an aufwärts dagegen das bekannte, kompakte, braune, gewöhnlich mit einer Gallenblase versehene Organ bildet. Neben der Leber ist meist noch eine kleinere Drüse, das *Pancreas*, vorhanden: die Ausführungsgänge beider Drüsen, der *Ductus choledochus*, Gallengang, und der *Ductus pancreaticus*, münden in den Dünndarm kurz hinter dem Pylorusende des Magens. Außerdem kann noch die Mundhöhle mit Drüsen, den Speicheldrüsen, versehen sein, und andererseits der Enddarm mit Blindsäcken und Drüsen, die keine allgemeinere Verbreitung besitzen.

Ein hervorstechender Charakterzug der Wirbeltiere ist die Be-zahnung des Anfangsdarms. Bei den *Cyclostomen* findet man Horn-zähne, stark verhornte Epithelwucherungen, welche auf Bindegewebs-papillen sitzen, bei den übrigen *Wirbeltieren* zumeist echte Zähne, die aus Elfenbein und Schmelz bestehen und eine blutgefäßreiche Papille, die *Zahnpulpa*, umschließen. Sie finden sich an Stellen, wo Skelettstücke ihnen eine feste, das Kauen begünstigende Unterlage liefern, vornehmlich an Ober- und Unterkiefer, aber auch an anderen Knochen des Pharynx und der Mundhöhle [Knochen der Schädelbasis und des Visceral-skeletts]; sie sind wahrscheinlich aus einer diffusen, an die Beschuppung der Haut erinnernden Be-zahnung hervorgegangen, da manche *Haie* außer den Zahnreihen noch jetzt rudimentäre Zähne in der Schleimhaut von Mund und Rachen besitzen. Wo Zähne fehlen (*Vögel*, *Schildkröten*, *Bartenwale*), sind sie durch Rückbildung verloren gegangen.

Der die Atmungsorgane liefernde Teil des Darmtractus ist bei allen Wirbeltieren der Pharynx. Derselbe wird bei *Fischen* und *Am-^{Respira-}phibien* resp. Amphibienlarven zum Kiemendarm, indem seine linke und rechte Wand von Kiemenspalten durchbrochen wird; die Spalten liegen jedesmal zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kiemebögen (Fig. 515) und sind Kanäle, welche auf der Darmoberfläche mit der inneren, auf der Hautoberfläche mit der äußeren Kiemenoöffnung münden, so daß man eine Sonde von außen durch die Kiemenspalten in den Pharynx und von da durch die Mündung wieder herausführen kann. Zwischen beiden Öffnungen ziehen in der vorderen und hinteren Wand der Kanäle zarte, mit secundären Fältchen bedeckte blutgefäßreiche Schleim-hautfalten, die Kiemtblättchen. Man nennt dieselben innere Kiemen im Gegensatz zu den äußeren Kiemen, welche bei den Larven der *Amphibien* und mancher *Fische* (*Heterotis*, *Gymnarchus*, *Polypte-rus*, *Protopterus*, *Lepidosiren*) am oberen Rand der Kiemenspalten als baumartige Verästelungen der Körperoberfläche aufsitzen, im Prinzip aber nichts anderes sind, als enorm entwickelte, nach außen hervor-gewucherte innere Kiemen (S. 24, Fig. 4, 5). Es ist eine für die Phy-logenie der Wirbeltiere äußerst wichtige Erscheinung, daß auch bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugetieren*, welche nie durch Kiemen atmen, die Kiemenspalten angelegt und später wieder rückgebildet werden.

Aus dem Epithel der Kiemenspalten entwickeln sich zwei zum Teil auch jetzt noch rätselhafte Organe, die Thymus und die seitlichen Lappen der Schilddrüse oder Thyreoidea. Den mittleren, unpaaren, ebenfalls vom Rachenepithel abstammenden Teil der Thyreoidea hat man versucht, als den modifizierten Endostyl der *Tunicaten* (Hypobranchial-rinne des *Amphioxus*) zu deuten und als einen weiteren Beweis für die Verwandtschaft von *Tunicaten* und *Wirbeltieren* zu verwerten (cfr. S. 299).

Die Thyreoidea spielt unzweifelhaft, indem sie jodhaltige Verbindungen produziert, eine wichtige Rolle. Wenn man sie ausschneidet, treten schwere Störungen des Nervensystems ein.

Auch die Organe der Luftatmung, die Lungen, stehen bei den Wirbeltieren mit dem Darm in Verbindung, indem sie am Übergang von Pharynx und Ösophagus als zwei sackartige Ausstülpungen — von denen ab und zu eine rudimentär bleibt — gebildet werden; sie münden dauernd in den Pharynx, entweder unmittelbar oder durch Vermittelung eines von Knorpel gestützten Luftrohres, der Trachea, welche kurz vor dem Übergang in die Lungen sich meist in die zwei Bronchen gabelt (Fig. 535). An der Mündungsstelle in den Pharynx sind die Stützknorpel (Reste des Visceralskeletts, vergl. S. 474) besonders kräftig und bilden den häufig zur Stimmerzeugung dienenden Larynx oder Kehlkopf, der bei Säugetieren durch eine Klappe (Kehledeckel, Epiglottis) gegen den Pharynx abgeschlossen werden kann. Der Lunge und der Trachea entsprechen bei den *Fischen* die als hydrostatischer Apparat funktionierende Schwimmblase und der Schwimmblasengang.

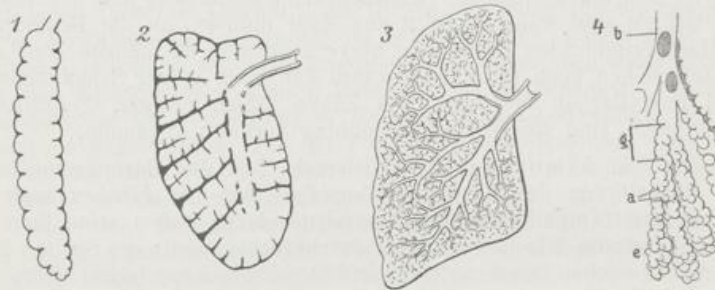


Fig. 497. Schematisierte Längsschnitte durch Lungen, 1 eines jungen Salamanders, 2 einer Schildkröte, 3 des Menschen. 4 Ein Bronchiolus (b) der menschlichen Lunge, stärker vergrößert, g Alveolargang, a Alveoli, e Endbläschen.

Die Schwimmblase der meisten *Fische* ist ein glattwandiger Sack. Die Wandung des Sackes erhält schon bei manchen *Fischen* und den *Amphibien* eine größere, respiratorische Oberfläche, indem feinere und gröbere Falten sich in den einheitlichen Luftraum erheben (Fig. 1). Diese periphere Fächerung vergrößert sich bei den *Reptilien* auf Kosten des Centralraums; letzterer wird sogar bei *Crocodylen* und *Schildkröten* (2) mehr oder minder vollständig durch derbere Scheidewände aufgeteilt, welche sich von der Peripherie bis an den in das Lungeninnere eintretenden Bronchus erstrecken. So wird es verständlich, daß bei *Säugetieren* (3) keine Andeutung von einem einheitlichen Luftraum mehr besteht, indem der Bronchus sich immer mehr verästelt bis zu den feinen Bronchiolen, welche die mit Lungenbläschen (Alveolen) bedeckten Alveolargänge abgeben (4). Die hier gegebene vergleichend-anatomische Auffassung der Lunge verlangt insofern eine Berichtigung, als die Entwicklung lehrt, daß es sich nicht um Aufteilung eines Luftraumes durch einwuchernde Scheidewände, sondern um einen nach Art einer Drüse durch seitliche Ausstülpungen wachsenden Luftkanal (Hauptbronchus) handelt. Bleiben die Ausstülpungen rudimentär und weitet sich der Hauptbronchus aus, so entsteht eine Amphibienlunge (1); bleibt der Hauptbronchus ein Kanal und entwickeln sich immer neue Ausstülpungen zweiter und dritter Ordnung, so entstehen die komplizierten Lungenformen (2, 3).

Der Blutgefäßapparat der Wirbeltiere läßt sich unschwer aus den bei *Anneliden* bestehenden Verhältnissen erklären und ist wie bei diesen ein vollkommen in sich geschlossenes Röhrensystem. Bei den *Anneliden* (S. 274, Fig. 242, 243) läuft ein großer longitudinaler Blutstamm über dem Darm von hinten nach vorn, ein zweiter in entgegengesetzter Richtung unter dem Darm von vorn nach hinten; beide hängen in jedem Segment untereinander durch Gefäßschlingen zusammen, welche von links und rechts den Darm umgreifen. Im wesentlichen die gleichen Verhältnisse herrschen noch bei Larven von *Amphioxus*; sie sind nur wenig verändert (durch Entwicklung des Pfortaderkreislaufs und des paarigen Venensystems) beim erwachsenen Tiere. Für alle *cranioten Wirbeltiere* ist charakteristisch, daß sich im ventralen Blutstamm das Herz entwickelt hat, und zwar bei den *Fischen* (Fig. 64, 518) dicht hinter der Kiemenregion, wie bei *Tunicaten*, eine Lage, die sich wohl daraus erklärt, daß hier größere Widerstände überwunden werden müssen, indem das vom Körper kommende Blut durch den Kiemenkreislauf hindurchgepreßt werden muß. Das Herz führt somit venöses Blut, wie der ganze ventrale Blutgefäßstamm. Da die vorderen Gefäßschlingen sich an der Kiemenregion des Darmes verbreiten, muß der aus ihnen sich sammelnde dorsale Längsstamm sauerstoffreiches Blut führen, welches mittelst der Carotiden den Kopf, auf dem Wege der hinteren Blutgefäßschlingen den übrigen Körper versorgt, hierbei venös wird und in den ventralen Längsstamm und das Herz zurückfließt.

Blutgefäßsystem.

Das hier kurz skizzierte Schema des Blutkreislaufs der *Fische* bedarf der näheren Durchführung. Das Herz, ein muskelstarkes, in einen besonderen Herzbeutel eingeschlossenes Organ, besteht aus zwei durch Klappen getrennten Teilen (Fig. 517): *Vorkammer* und *Kammer*. Der von der Kammer ausgehende Hauptstamm ist der Arterienstamm und entspricht der *Aorta ascendens* nebst *A. pulmonalis* des Menschen; die von ihm an den Kiemendarm tretenden Gefäße sind die Arterienbögen, welche nur bei jungen Fischen (Fig. 518) direkt zum dorsalen Blutgefäß emporsteigen, später den aus Kiemenarterien, Kiemenkapillaren und Kiemenvenen (Fig. 64) bestehenden Kiemenkreislauf bilden. Der dorsale Blutgefäßstamm ist die *Aorta descendens*, der zum Herzen rückleitende ventrale Stamm die nur den *Acraniern* und Embryonen von Wirbeltieren zukommende Vena subintestinalis, aus der vornehmlich die Vena portarum und die Cava inferior hervorgehen. Zu ihr kommt schon beim *Amphioxus* noch ein paariges Venensystem, welches aus den *Ductus Cuvieri* (*Cavae superiores*), *Venae cardinales* und *jugulares* besteht und immer mehr Terrain der Subintestinalvene abgewinnt.

Der Blutkreislauf der *Fische* erfährt bei den höheren Wirbeltieren eine vollkommene Umgestaltung durch das Aufhören der Kiemenatmung und das Auftreten der Lungenatmung. Es schwinden die Kiemen und die Kiemenkapillaren; der gesamte Kiemenkreislauf wird auf die vom Arterienstamm zur Aorta descendens direkt übertretenden Arterienbögen reduziert. Vor allem aber gerät das Gefäßsystem der Lunge, welches bei den Fischen als Gefäßsystem der Schwimmblase ein Teil des Körperkreislaufs war, zu letzterem in einen funktionellen Gegensatz, der auch zu einer morphologischen Sonderung führt, zur Sonderung besonderer Lungenarterien und Lungenvenen. Dabei werden die ursprünglich angelegten Arterienbögen zum Teil rückgebildet, zum Teil auf den Lungen- und Körperkreislauf verteilt (Fig. 498). Von den sechs sich gewöhnlich im Embryo anlegenden Bögen gehen bei

lungenatmenden Wirbeltieren der erste, zweite und zumeist auch der fünfte zugrunde. Der schon bei *Lurchfischen* (I) die Schwimmblase versorgende letzte Bogen (4) wird zur Lungenarterie (Arteria pulmonalis); der Rest der Bögen (1 u. 2) liefert die Arterien des Körperkreislaufs, Aorta descendens (2) und die den Kopf versorgenden Carotiden (1). Da in gleicher Weise besondere Lungenvenen unabhängig von den Körpervenen zum Herzen zurückführen, kommt es auch im Herzen zu einer Sonderung, zur Bildung einer Scheidewand, welche das Herz der Länge nach in eine linke und rechte Hälfte trennt. Die rechte Hälfte bewahrt den venösen Charakter des Fischherzens, indem die rechte Vorkammer die Körpervenen aufnimmt, die rechte Kammer die Pulmonalarterie abgibt. Die linke, von den Lungenvenen versorgte Hälfte wird dagegen arteriell, da die Lungenvenen dem linken Vorhof nur arterielles Blut zuführen, welches von da in die linke Kammer tritt und durch die aufsteigende Aorta das Herz wieder verläßt. Eine vollkommene Scheidung von Körper- und Lungen-

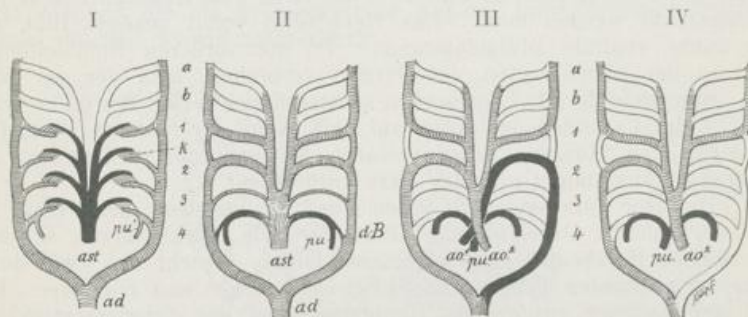


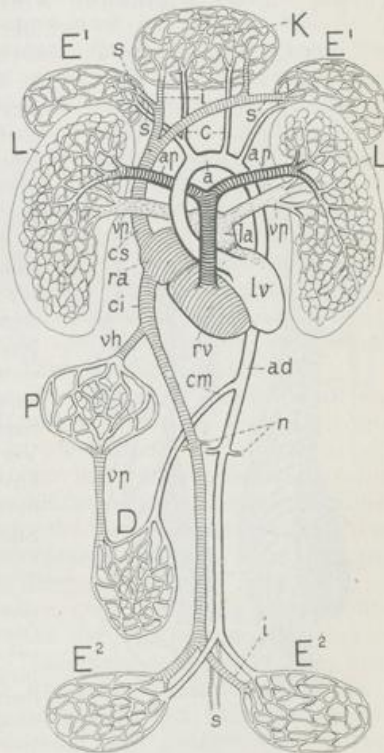
Fig. 498. Schematische Darstellung der Umbildung der Anlagen der Arterienbögen in den wichtigsten Wirbeltierklassen. Hell: die Anlagen, welche zugrunde gehen. Schwarz: die Arterien mit venösem Blut. Schraffiert: die Gefäße mit arteriellem Blut. Von links nach rechts. I *Dipneusten*, II *Urodelen* mit Lungenatmung, III *Reptilien*, IV *Vögel*. (Bei *Säugetieren* würde nicht der rechte, sondern der linke Aortenbogen erhalten bleiben.) *ast* Arterienstiel, *ao* venöse Aorta der *Reptilien*, *ao*² arterielle Aorta; *a*, *b* die fast allgemein schwindenden Bögen. 1—4 die übrigen Bögen: 1 Carotidenbogen, 2 Aortenbogen, 4 Pulmonalisbogen. *db* dessen Verbindung zur Aorta descendens, Ductus Botalli, *k* Kiementcapillaren, *ad* Aorta descendens.

kreislauf und dementsprechend eine vollkommene Trennung des Herzens in eine linke und rechte Hälfte ist nur bei den *Säugetieren* und *Vögeln* erreicht. *Reptilien* und *Amphibien* erläutern uns, wie die Umwandlung des Gefäßsystems sich bei den Wirbeltieren vollzogen hat. Dabei ergibt sich, daß die Trennung im Venensystem beginnt und auf die Vorhöfe übergreift. Erst innerhalb der Klasse der *Reptilien* entsteht eine Scheidewand in der Herzkammer. Im Arteriensystem können sich Mängel erhalten, sei es durch Verbindungen der Pulmonalis mit der Aorta: Ductus Botalli (II *d. B.*), sei es dadurch, daß ein Aortenbogen mit der Pulmonalis aus dem rechten Herzen kommt (III *ao*₁).

Bei lungenatmenden Wirbeltieren strömt dem Gesagten zufolge das venöse Körperven Blut durch die obere und untere Hohlvene in die rechte Vorkammer, durch die rechte Herzkammer und die Pulmonalarterien in die Lungen; hier arteriell geworden, gelangt das Blut durch die Pulmonalvenen in die linke Vorkammer und weiter in die linke Kammer, von welcher aus es durch die Aorta zurück in den Körperkreislauf ge-

führt wird. (Bezüglich der Einzelheiten vergl. Fig. 499). Außer Blutgefäßen finden sich bei den Wirbeltieren noch die Lymphgefäße vor als eine Ergänzung des Venensystems. Der in den Spalten des Bindegewebes sich sammelnde Überschuß von Gewebssaft wird von ihnen aufgenommen und durch den Ductus thoracicus in die großen Venenstämme eingeleitet. Meist genügt die Herztätigkeit, um auch hier eine genügende Bewegung zu unterhalten, doch können daneben (*Amphibien*) besondere Lymphherzen vorkommen. Unter den Lymphgefäßen spielen diejenigen, welche sich am Darm verbreiten, eine hervorragende Rolle, indem sie zur Resorption der verdauten Nahrung dienen; sie heißen Chylusgefäße, weil ihr Inhalt, der Chylus, sich zur Zeit der Verdauung von der gewöhnlichen Lymphe durch intensive weiße Färbung unterscheidet, welche durch frei suspendierte Fetttropfenchen veranlaßt wird. Über die Beschaffenheit der gewöhnlichen Lymphe und des Blutes wurde schon im allgemeinen Teil das Wichtigste gesagt (S. 73, Fig. 45, 44). An besonderen Stellen sind in den Verlauf der Lymphgefäße Lymphdrüsen eingeschaltet, kleine Knötchen, in denen die Lymphkörperchen gebildet werden. Ihnen schließt sich in ihrem Bau die wegen ihres Blutgefäßreichtums intensiv rot gefärbte Milz am nächsten an.

Fig. 499. Schema des Blutkreislaufs eines Säugetiers. Herz: *ra*, *la* rechte und linke Vorkammer, *rv*, *lv* rechter und linker Ventrikel; *L* Capillarsystem der Lunge, *K* Capillarsystem des Kopfes, *E*¹, *E*² der vorderen und hinteren Extremität, *D* des Darms, *P* der Leber (Pfortaderkreislauf). Arterien: *ap* Pulmonalis (durch besonders dunkle Schraffur bezeichnet), *a* Aorta ascendens, *ad* Aorta descendens, *c* Carotiden, *s* Subclavien, *cm* Eingeweidearterien (Coeliaca, Mesenterica), *n* Nierenarterien, *i* Iliacae, *s* Sacralis (Aorta caudalis). Venen: *vp* Lungenvenen, *cs*, *ci* Cava superior (bei den meisten Wirbeltieren in Zweizahl vorhanden) und inferior, *j* Jugularis, *s* Subclavia, *vh* Lebervene, *vp* Pfortader, *n* Nierenvenen, *i* Iliaca, *s* Sacralis.



Die Anatomie der Wirbeltiere haben wir mit den Geschlechtsorganen und den Excretionsorganen zu beschließen, welche beide meist so innig verbunden sind, daß man sie als Urogenitalsystem zu gemeinsamer Besprechung zusammenfaßt.

Die Geschlechtsprodukte der Wirbeltiere bilden sich beim Embryo aus einem bestimmten Bezirk des Peritonealepithels, dem Keim-epithel, welches links und rechts von der Wirbelsäule gelegen ist. Frühzeitig wird diese primitive Lagerung von den Urzellen des Geschlechtsapparates verlassen, indem sie in das darunter gelegene Bindegewebe hineinwachsen (Fig. 32, S. 66). Hier erzeugen sie bei männlichen Tieren drüsige Röhren; beim Weibchen bilden sie zunächst ebenfalls Stränge,

die aber nach der Zahl der aus ihnen hervorgehenden Eier in runde Follikel zerfallen. Im ersteren Falle entsteht ein kompakter Körper von meist ovaler Gestalt (Fig. 500 *B*), der Hoden; im letzteren Fall gewöhnlich eine lockere, traubige Geschlechtsdrüse, das Ovar (Fig. 500 *A*).

Urogenital-
system.

Die Entleerung der Geschlechtszellen erfolgt bei vielen *Fischen* durch die Leibeshöhle und deren Pori abdominales, wobei in der Regel ein Abschnitt der Leibeshöhle sich zu einem besonderen die Geschlechtsdrüsen enthaltenden Sack abschnürt, der zugleich als Samen- resp. Eileiter nach außen führt. Bei den meisten Wirbeltieren aber werden Teile der Nieren benutzt, deren Betrachtung wir daher vorausschicken müssen. Die vergleichende Entwicklungsgeschichte unterscheidet dreierlei Nieren: 1. die Kopf- oder Vorniere, 2. die Urnieren oder den Wolffschen Körper, 3. die bleibende Niere, dementsprechend auch drei Ausfühwege: 1. den Vornierengang, 2. den Urnierengang oder Wolffschen Gang, 3. den Harnleiter oder Ureter. Vornierengang und Urnierengang hängen genetisch zusammen; und zwar ist es am wahrscheinlichsten, daß der Vornierengang, wie die Entwicklung der *Selachier* lehrt, sich der Länge nach in zwei Kanäle spaltet, in den Urnierengang und den die Beziehung zur Vorniere beibehaltenden Müllerschen Gang. Der Ureter dagegen entsteht neu durch Ausstülpung vom unteren Ende des Urnierenganges aus; er bildet weitere Ausstülpungen, welche zu Nierenkanälchen werden und zwar zu den als Sammelröhren bekannten Teilen. — Die Vorniere (*Pronephros*) funktioniert als Excretionsapparat gewöhnlich nur im Embryonalleben und auch da nur auf frühen Stadien, vielleicht in manchen Fällen über-

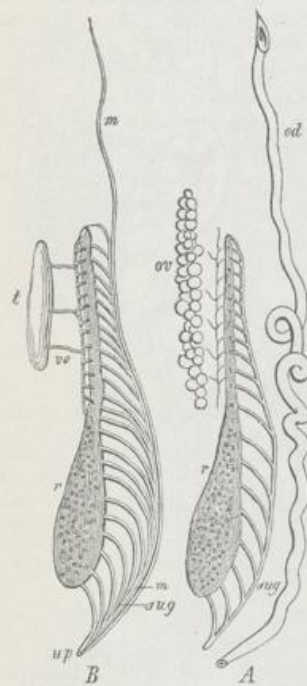


Fig. 500. Urogenitalsystem von *Triton* (aus Gegenbaur). *A* Weibchen, *B* Männchen, *ov* Ovar, *t* Hoden, *r* Niere, *vo* Verbindungsgänge zwischen Hoden und Niere, *m* Müllerscher Gang, beim Weibchen Oviduct *od*, *wg* Urnierengang (beim Männchen zugleich Samengang), *up* Mündung des Urogenitalsystems.

haupt nicht mehr; ihr Verhältnis zum übrigen Nierensystem ist noch strittig. Dagegen gewinnt es immer mehr an Sicherheit, daß Urnieren und bleibende Niere der vordere und hintere Abschnitt eines einheitlichen Organs sind, welches wir im folgenden kurzweg Niere, ihren Ausführgang Nierengang, nennen wollen, während die Urnieren mit Rücksicht auf ihre Lage hinter der Vorniere *Mesonephros*, die bleibende Niere *Metanephros* heißen möge. Eine einheitliche Niere mit einheitlichem Ausführgang findet sich bei den *Teleostiern* als ein breiter Drüsenstreifen in ganzer Länge des Rumpfes links und rechts von der Wirbelsäule; ähnlich haben auch die *Amphibien* (Fig. 500) und manche *Selachier* eine einheitliche Niere, doch kommt es hier schon vor, daß das vordere Ende (= *Mesonephros*) weniger gut entwickelt ist als das hintere (= *Meta-*

nephros). Bei einem anderen Teil der *Selachier* sind beide Nierenabschnitte gegeneinander abgesetzt, und jeder Abschnitt hat seinen besonderen Ausführgang. Mit der räumlichen Trennung verbindet sich von den *Reptilien* an aufwärts ein Unterschied in der Zeit der Entwicklung. Der Mesonephros (Wolffscher Körper) entsteht viel früher und functioniert während der Hauptzeit des Embryonallebens; er wird in seiner excretorischen Function abgelöst durch den später entstehenden Metanephros, welcher die bleibende Niere darstellt.

Der Gegensatz zwischen Meso- und Metanephros ist nun offenbar durch die Beziehungen zum männlichen Geschlechtsapparat hervorgerufen. Der Hoden verbindet sich (mit Ausnahme eines Teils der Fische) mit dem vorderen Ende der Niere, dem mesonephralen Abschnitt (Fig. 495 B), so daß die Harnkanälchen desselben zugleich auch den Samen ableiten, während der hintere Abschnitt rein excretorisch ist. Dieser functionelle Gegensatz der beiden Abschnitte ist Ausgangspunkt einer divergenten Entwicklung geworden. Das vordere Ende verlor mehr und mehr seine excretorische Function und wurde zu einem Teil des Geschlechtsapparats, das hintere blieb Niere. So bildete sich das verschiedene Aussehen beider Abschnitte aus (*Amphibien*), später ihre Sonderung und die Sonderung ihrer Ausführwege (*Selachier*), schließlich kam es dahin, daß der in der Entwicklung voraneilende Mesonephros nur im Embryonalleben noch als Niere functionierte (Wolffscher Körper der *Reptilien*, *Vögel* und *Säugetiere*), daß sich aber von ihm nur die für die männliche Geschlechtsfunction nötigen Teile dauernd erhielten: die Samen ausleitenden Kanälchen (Epididymis oder Nebenhoden) und der Wolffsche Gang, Vas deferens, während die rein excretorischen Teile des Mesonephros rückgebildet wurden, resp. ein rudimentäres Organ, Paradidymis, lieferten.

Im weiblichen Geschlecht ist die Anlage der Niere (Meso- und Metanephros) die gleiche wie beim Männchen. Da aber die Verbindung mit der Geschlechtsdrüse unterbleibt, ist die Existenz der einzelnen Teile des Apparats ausschließlich von der Dauer ihrer excretorischen Function abhängig; daher bleibt unter allen Umständen der Metanephros erhalten, auch der Mesonephros bei *Selachieren* und das dem Mesonephros vergleichbare vordere Ende der *Amphibienniere*, dagegen nicht der sog. Wolffsche Körper der höheren Wirbeltiere. Dieser ist zwar auch im weiblichen Geschlecht eine Embryonalnieren, geht aber dann verloren und hinterläßt nur rudimentäre Organe, welche der Epididymis (Epoophoron) und der Paradidymis (Paroophoron) des Männchens entsprechen. Das ganz abweichende Verhalten der Niere im weiblichen Geschlecht hat darin seinen Grund, daß die Müllerschen Gänge zu den Eileitern werden, welche umgekehrt beim Männchen frühzeitig sich gänzlich oder bis auf wenige Spuren rückbilden. Das vordere Ende des Müllerschen Ganges mündet beim Weibchen mit weiter Öffnung (Ostium abdominale tubae) in die Leibeshöhle und nimmt die durch Platzen der Follikel in die Leibeshöhle geratenen Eier auf.

Die Auffassung, welche hier vom Urogenitalsystem der Wirbeltiere vertreten worden ist, wird nicht von allen Morphologen geteilt. Von vielen Seiten wird besonders auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen der Wolffsche Körper der *Amnioten* mit der gesamten Niere der *Anamnier* verglichen; dagegen sei die bleibende Niere der *Amnioten* eine Neubildung, welche im Nierensystem der *Anamnier* kein Homologon besitze. Damit wird ein tiefgreifender Unterschied im Nierensystem

zwischen *Amphibien* und *Reptilien* angenommen, welcher mit der in allen übrigen Organen ausgesprochenen nahen Verwandtschaft unvereinbar ist. Dagegen ist sehr wohl zuzugeben, daß der Metanephros der *Amnioten* nur zum Teil dem Metanephros der *Anamnien* entspricht. Sicherlich sind die gesteigerten Ansprüche an den Metanephros bei Amnioten Ursache geworden, daß das Organ durch Bildung neuer, den Anamnien fehlender Harnkanälchen eine Vergrößerung erfahren hat.

Die Verbindung der Geschlechtsorgane und der Nieren zu einem einheitlichen Apparat, dem Urogenitalsystem, erklärt sich aus denselben Verhältnissen wie bei den *Anneliden*: daß nämlich beide Organe aus dem Epithel der Leibeshöhle stammen und dauernd oder vorübergehend Verbindungen mit der Leibeshöhle unterhalten. Für die Geschlechtsorgane ist dieser Nachweis oben schon geführt worden; für die Urniere ist festgestellt, daß die Harnkanälchen Abkömmlinge des Cölomepithels sind und vorübergehend eine vollkommen an die Segmentalorgane der *Anneliden* erinnernde Anordnung besitzen. Wie das für die Embryonen von *Selachiern* geltende Schema der Figur 69 (S. 99) lehrt, besteht die Niere anfänglich aus zahlreichen, segmental angeordneten Kanälen, welche durch Wimpertrichter mit der Leibeshöhle zusammenhängen und sich von den Segmentalorganen der *Anneliden* dadurch unterscheiden, daß sie nicht einzeln, sondern mittelst eines Sammelkanals nach außen münden, daß sie durch Hervorsprossen neuer Harnkanälchen sich zu einem kompakten Organ entwickeln, daß an einer bestimmten Stelle ihres Verlaufs der Gefäßknäuel oder Glomerulus in ihr Lumen hineinwuchert.

In der Nachbarschaft der Nieren, meist sogar in Kontakt mit ihnen findet sich ein rätselhaftes Organ, die Nebenniere: sie besteht aus einer vom Peritonealepithel stammenden Rindenschicht und einer entwicklungsgeschichtlich mit dem Sympathicus zusammenhängenden Marksubstanz. Bei *Selachiern* ist letzterer Teil, das „Suprarenalorgan“, räumlich von ersterem getrennt.

Die besprochenen Ausführwege des Urogenitalsystems — gleichgültig, ob sie Harnwege, oder Vasa deferentia, oder Oviducte, oder Harn- und Geschlechtswege zugleich sind — öffnen sich bei den meisten *Fischen* hinter dem Darm auf einer Papilla urogenitalis. Bei den *Selachiern*, *Amphibien*, *Vögeln* und den meisten *Reptilien* münden sie von rückwärts in den entodermalen Abschnitt des Enddarms, welcher dadurch zur Kloake wird. Bei den *Schildkröten* und *Säugetieren* werden die Mündungen der Urogenitalkanäle auf die Harnblase übertragen, eine Ausstülpung der ventralen Darmwand, welche bei den *Amphibien* zum erstenmal auftritt. Harn- und Geschlechtswege münden dann entweder beide in den Sinus urogenitalis, den in die Kloake überleitenden untersten Abschnitt der Harnblase (*Schildkröten*, *Monotremen*); oder es gilt dies nur von den Geschlechtswegen, während die Harnwege sich am Grund der Harnblase öffnen. Der Sinus urogenitalis bleibt bei *Schildkröten* und den niedersten *Säugetieren*, den *Monotremen*, dauernd mit dem Darm zur Kloake vereinigt. Bei den übrigen *Säugetieren* ist dagegen eine Scheidewand im entodermalen Enddarm und Ausbildung des Damms in zwei Kanäle zerlegt, einen hinteren, den Darm, einen vorderen, den Sinus urogenitalis. Bei den Wirbeltieren läßt sich somit Schritt für Schritt verfolgen, wie die ursprünglich hinter dem Darm befindliche Mündung des Urogenitalsystems vor denselben zu liegen kommt.

Die Wirbeltiere pflanzen sich weder ungeschlechtlich noch parthenogenetisch fort, sondern ausschließlich durch Eier, welche der Befruchtung bedürfen. Die Befruchtung ist bei niederen Wirbeltieren meist eine äußere und erfolgt während der Eiablage; bei höheren Wirbeltieren ist sie eine innere, indem das Männchen zum Zweck der Samenübertragung die eigene Genitalöffnung gegen die Genitalöffnung des Weibchens preßt oder in letztere ein besonderes Begattungsorgan, den Penis, einführt. Die im Innern der weiblichen Geschlechtswege befruchteten Eier können dann einen Teil ihrer Entwicklung oder die gesamte Entwicklung in den weiblichen Geschlechtswegen durchmachen, indem besondere Abschnitte derselben (Uterus) zur Aufnahme der Eier eingerichtet sind. Wir unterscheiden demnach vivipare und ovipare Wirbeltiere und zwischen diesen Extremen vermittelnd die ovo-viviparen Formen (vergl. S. 135). Die meisten *Haifische* sind lebendig gebärend, ziemlich viele unter ihnen ovovivipar; umgekehrt sind die *Knochenfische* ovipar, doch gibt es unter ihnen einige vivipare Ausnahmen. Ebenso mischen sich bei *Amphibien* und *Reptilien* vivipare Formen (*Salamander*, *Blindschleichen* etc.) unter die ovipare oder ovovivipare Mehrzahl. Am meisten Stetigkeit herrscht bei *Vögeln* und *Säugetieren*. Während jene ausnahmslos ovo-vivipar sind, sind diese lebendig gebärend; unter den Säugetieren machen jedoch die *Monotremen*, *Echidna* und *Ornithorhynchus*, welche beide Eier mit begonnener Entwicklung legen und somit ovo-vivipar sind, eine Ausnahme.

Im Lauf der Embryonalentwicklung können bei den Wirbeltieren dreierlei Embryonalanhänge auftreten: 1. der Dottersack, 2. das Amnion, 3. die Allantois.

Der Dottersack fehlt vollkommen nur bei dem *Amphioxus*, dessen kleine Eier sehr dotterarm sind; er ist schwach angedeutet bei denjenigen Wirbeltieren, deren Eier zwar dotterreich sind, aber doch nicht so dotterreich, daß nicht eine totale, inäquale Furchung möglich wäre (*Amphibien*, *Ganoiden*, *Dipneusten*); sonst ist er überall vorhanden, und zwar am stärksten entwickelt bei allen Wirbeltieren mit discoidaler Furchung, den *Fischen* (Fig. 501), *Reptilien* und *Vögeln*. Sein Vorkommen ist bedingt durch die Anhäufung von Nährmaterial im Darm des Embryo, dessen ventrale Wand bruchsackartig vorgetrieben wird. Seine Anwesenheit bei *Säugetieren*, trotzdem dieselben dotterarme kleine Eier haben, ist ein Zeichen, daß sie von Urformen mit dotterreichen Eiern stammen, wie es die *Monotremen* jetzt noch sind. Der Embryo liegt entweder direkt auf dem dotterhaltigen Bruchsack auf oder hängt mit ihm durch einen Verbindungsstiel zusammen.

Während der Dottersack weit verbreitet ist, finden sich Amnion und Allantois nur bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugetieren*, welche *Amnioten* oder *Allantoidica* heißen im Gegensatz zu den *Fischen* und *Amphibien*, welche beide Embryonalanhänge noch nicht besitzen und daher als *Anamnioten* oder *Anallantoidica* systematisch zusammengefaßt werden. Das Amnion (Fig. 502) oder die Schafhaut ist ein Sack, welcher den Embryo ganz umhüllt und nur am Nabel, d. h. an der Stelle, wo der Dottersack durch die Bauchdecken hervorgestülpt ist, mit dem Embryo zusammenhängt. Im Sack befindet sich eine eiweißhaltige Flüssigkeit, das Fruchtwasser. Genetisch ist das Amnion ein Teil der Bauchhaut; es entwickelt sich ventral als eine circuläre Falte links und rechts, vorn und hinten vom Embryo, wächst um denselben nach dem Rücken empor, bis die einander entgegenwachsenden Faltenränder dorsal

Fort-
pflanzung.

Dottersack,
Amnion,
Allantois.

zum Verschuß kommen. Die Allantois endlich ist eine Verlängerung der Harnblase; diese tritt am Nabel aus der Leibeshöhle heraus und schiebt sich zwischen Dottersack und Amnion ein. In den in die Embryonalanhänge eingewucherten Abschnitt hinein kann sich das mit Harn erfüllte Lumen der Blase verlängern oder nicht; im letzteren Falle ist die Allantois nur die Fortsetzung des Bindegewebes und der Blutgefäße der Harnblase. Die Blutgefäße sind für die Function der Allantois die wichtigsten Teile, sie führen dem Embryo Sauerstoff zu, bei den meisten *Säugetieren* außerdem noch Nährmaterial, welches der Placenta entstammt. — Dottersack, Amnion und Allantois werden nach außen noch durch eine gemeinsame Hülle zusammengehalten, die Serosa.

Fig. 501.



Fig. 501. Embryo eines Haies. *k* äußere Kiemenfäden oberhalb der Brustflossen, *d* der zur Hälfte dargestellte Dottersack (aus Boas).

Fig. 502.

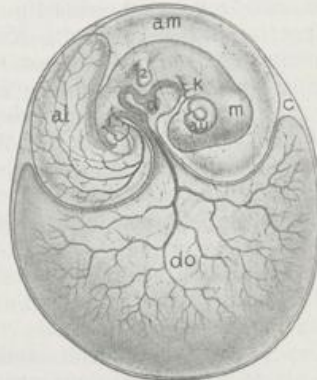


Fig. 502. Eihülle des Hühnchens (schematisiert nach Duval). *am* Amnion, *al* Allantois, *d* Darm, *do* Dottersack, *c* extraembryonales Cölon, *k* Kiemenspalten, *au* Auge, *m* Mittelhirn, *1, 2* hintere und vordere Extremität.

Systematik. Schon von Aristoteles und seinen Nachfolgern wurden 4 Hauptgruppen der Wirbeltiere unterschieden, welche von Linné und sogar noch von Cuvier beibehalten wurden: *Säugetiere* oder *Mammalia*, *Vögel* oder *Aves*, *Reptilien* oder *Amphibien*, und *Fische* oder *Pisces*. Erst Blainville (1818) trennte die dritte Klasse in zwei Klassen, indem er für die eine den Namen *Amphibien*, für die andere den Namen *Reptilien* beibehielt. M. Edwards zeigte weiter, daß diese lange Zeit nicht genügend unterschiedenen Formen durch eine große Kluft getrennt werden, indem die *Amphibien* zu den niederen Wirbeltieren, den *Anamnioten*, gehören, die *Reptilien* dagegen zu den höheren, den *Amnioten*. Ferner wurde die Begrenzung der Fischklasse im Laufe des vorigen Jahrhunderts, und zwar hauptsächlich in der zweiten Hälfte desselben einer Revision unterworfen. Haeckel schlug vor, von den echten Fischen die so sehr viel niedriger organisierten Formen, wie den *Amphioxus* und die *Cyclostomen*, als zwei besondere Klassen abzuzweigen.

I. Unterstamm.

Anamnioten.

Wirbeltiere, welche dauernd oder vorübergehend durch Kiemen atmen, deren Embryonen weder ein Amnion noch eine Allantois haben.

I. Klasse.

Leptocardier, Acranier.

Aus der Klasse der Acranier kannte man bis in die Neuzeit nur die einzige Gattung *Branchiostoma* (*Amphioxus*), deren bekanntester Vertreter *B. lanceolatum* (Fig. 503) schon im vorigen Jahrhundert vom Reisenden Pallas entdeckt und für eine Schnecke (*Limax lanceolatus*) gehalten wurde. Erst die klassischen Untersuchungen von J. Müller bewiesen die Wirbeltiernatur des inzwischen in England und Neapel aufs neue aufgefundenen Tieres. Durch Kowalewsky wurde dann auf entwicklungsgeschichtlichem Wege die überraschend nahe Verwandtschaft mit den *Tunicaten* aufgedeckt. Der Grund, warum so lange Zeit die systematische Stellung des *Amphioxus* so sehr verkannt wurde, liegt in der großen Einfachheit seines Baues. Der fischförmig gestaltete, an beiden Enden zugespitzte Körper (daher der Name) hat noch keine paarigen Flossen und wird von einem unpaaren, nur am caudalen Ende deutlicher entwickelten Flossensaum umfaßt. Das Epithel der Haut ist einschichtig, wie man es sonst nur bei Wirbellosen findet, und läßt deutlich die Grenzen der Muskelsegmente durchschimmern. Es fehlen noch Schädel (*Acranier*) und Wirbelsäule, Hirn, Herz (*Leptocardier*), und die großen Drüsen der Leibeshöhle, die Leber und die Niere, wenn sich auch für einige dieser Organe (Hirn, Leber, Niere) die ersten Anfänge nachweisen lassen. Der Mangel von Schädel und Wirbelsäule hängt mit dem Mangel der Binde-substanzen zusammen. Der *Amphioxus* besteht fast nur aus vielfach gefalteten, von Stützlamellen getragenen, durch dünne Gallertschichten getrennten Epithelhäuten. Bei alledem sind die in fast schematischer Weise auf das Allerwesentlichste reduzierten Grundzüge der Wirbeltierorganisation unverkennbar.

Als Achsenskelett und einzige Stütze des Körpers dient eine vom vorderen bis zum hinteren Ende ziehende, aus fibrösen Platten bestehende Chorda dorsalis (*c*). Über ihr liegt das Rückenmark (*r*), dessen Centralkanal als erster Ansatz zur Entwicklung des Hirns sich am vorderen Ende bläschenartig erweitert. Ein Pigmentfleck (*au*) in der Wand dieser „Hirnblase“ ist als ein rückgebildetes Auge anzusehen; es scheint functionell durch zahlreiche lichtempfindliche Zellen des Rückenmarks ersetzt zu sein. Längere Zeit über mündet der Neuralkanal an seinem vorderen Ende durch den Neuroporus am Grund einer früher als Geruchsorgan gedeuteten Grube.

Vom Darm entfällt mehr als ein Drittel auf die sehr geräumige Pars respiratoria. Dieselbe beginnt mit einer längsovalen von Cirren eingefassten Mundöffnung (*o*); auf dieselbe folgt, durch das „Velum“ abgegrenzt, der eigentliche Kiemendarm, links und rechts von zahlreichen Kiemenspalten (Fig. 503, 505 *sp*) durchbohrt, zwischen denen elastische Stäbe (*kb*) ein festes Gerüst bilden. Die Kiemenspalten öffnen sich beim

jungen Tier direkt nach außen, später aber, wie bei den *Ascidien*, in einen umhüllenden Raum, Peribranchial- oder Perithoracalraum (*b*), welcher durch den Porus branchialis (Fig. 503 *p*) hinter der Mitte des Körpers das Atemwasser austreten läßt. Eine ventrale flimmernde „Hypobranchialrinne“ (Fig. 505 *e*), in welcher man das Homologon sowohl des Asci-

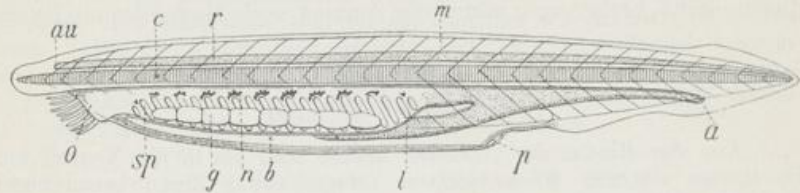


Fig. 503. *Branchiostoma lanceolatum*, schematisiert (nach einer Zeichnung von Th. Boveri). *au* Auge, *c* Chorda, *r* Rückenmark, *m* Muskeln, *o* Mundöffnung, *sp* Kiemenspalten, *g* Geschlechtsorgane, *n* Nierenkanäle, *b* Peribranchialraum, *p* Mündung desselben, *l* Leber, *a* After.

Fig. 504.

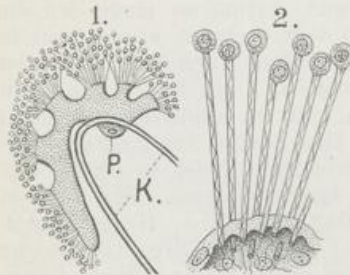


Fig. 504. Nierenkanälchen von *Amphioxus*. 1 ein ganzes Kanälchen mit mehreren Nephrostomen und ansetzenden Büscheln von Solenocyten, *K* oberes Ende der Kiemenspalte, *P* Mündung des Nierenkanälchens in den Peribranchialraum (nach Boveri). 2 Ein Teil der Kanalwand mit 7 Solenocyten stärker vergrößert (nach Goodrich).

Fig. 505.

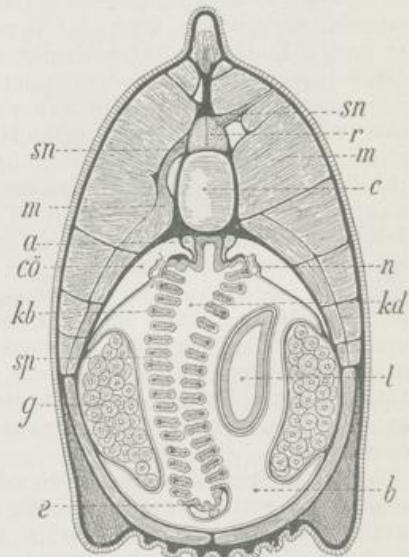


Fig. 505. Querschnitt durch die Kiemensregion des *Amphioxus*. *r* Rückenmark, *sn* abtretende Nerven, *m* Muskeln, *c* Chorda, *a* Aorta descendens, *cd* Cölom, (branchiale Leibeshöhle), *n* Niere (links durch Pfeile bezeichnet, die in der Zeichnung angegebene Verbindung mit der Leibeshöhle ist in der Natur von Solenocytenhaufen umgeben), *kd* Kiemendarm, *kb* Kiemensbögen, *sp* Kiemenspalten, *g* Geschlechtsorgane, *l* Leberblindsack, *b* Peribranchialraum, *e* Hypobranchialrinne, darunter Aorta ascendens (nach einer Zeichnung von Ray Lankester, verändert von Th. Boveri).

dienendostyls als auch der Thyreoidea erblickt, führt in das gerad-gestreckte, kurz vor dem hinteren Ende linksseitig mündende Darmrohr; von ihm geht als erste Anlage einer Leber ein Blindsack aus, der weit nach vorn in die Kiemensregion reicht (Fig. 503, 505 *l*).

Das von farblosem Blut gefüllte Gefäßsystem besteht aus einem dorsalen arteriellen (*a*) und einem ventralen venösen Stamm, welche

durch laterale Schlingen zusammenhängen. Der ventrale Stamm beginnt als Vena subintestinalis unter dem Darm, verästelt sich als Pfortader am Leberblindsack und verläuft, wieder in einen Stamm vereint, nach Einmündung des paarigen Venensystems (Ductus Cuvieri, V. cardinales, V. jugulares) als Aorta ascendens unter der Kieme. Die von letzterer ausgehenden Gefäßschlingen sind die Kiemenarterien, aus welchen dorsal die im Bereich der Kieme paarige Aorta descendens entsteht. Ein echtes Herz fehlt gänzlich; wohl aber sind verschiedene Teile der Blutbahn, ein Teil des ventralen Gefäßes und die basalen Stücke der Kiemenarterien contractil, weshalb man auch den Namen „*Leptocardier*“, „Zart- oder Röhrenherzen“, gewählt hat.

Wie der Kiemendarm im Peribranchialraum, so ist der verdauende Darm in der sehr wohl vom Peribranchialraum zu unterscheidenden Leibeshöhle untergebracht. Die Leibeshöhle setzt sich auch in die Kiemengegend (Fig. 505 cö) fort, sowohl in die Kiemenwand selbst (branchiale L.), als in die äußeren Wände des Peribranchialraums (peribranchiale L.). In einem sich abschnürenden Teil der peribranchialen Leibeshöhle bilden sich die Geschlechtsorgane (g), eine Anzahl beutelförmiger, in einer Reihe hintereinander gelagerter Zellenfollikel, die durch Platzen die reifen Geschlechtsprodukte in den Peribranchialraum entleeren. In letzteren münden auch die Excretionsorgane, eine linke und rechte Reihe segmentaler flimmernder Kanäle, welche mit einem oder mehreren Nephrostomen im Cölom beginnen; sie stimmen mit den Nephridien der *Anneliden* in auffälliger Weise überein, indem sie getrennt nach außen münden und mit den charakteristischen Solenocyten besetzt sind. (Fig. 504).

Die gleiche Einfachheit, welche den Bau des *Amphioxus* kennzeichnet, beherrscht auch seine Entwicklungsgeschichte. In dieser Hinsicht seien besonders folgende Punkte hervorgehoben: 1. Die Eier besitzen eine nahezu äquale Furchung (Fig. 100). 2. Es bildet sich eine typische Gastrula durch Einstülpung (Fig. 106). 3. Das Mesoderm legt sich an, indem der Darm links und rechts zur Mittellinie zahlreiche, metamer aufeinanderfolgende Ausstülpungen bildet, welche sich später abschnüren und die Ursegmente darstellen. Das mittlere Keimblatt ist somit ein abgeschnürter Teil des Darmdrüsenblatts, d. h. ein Mesepithel. Aus den Hohlräumen der Ursegmente geht die Leibeshöhle des *Amphioxus* hervor, welche somit vom Darmlumen abstammt und ein echtes Enterocöl ist. 4. Zwischen den Ursegmenten wandelt sich die Decke des Darms in die Chordaanlage um, welche sich durch Einfaltung vom Darm abschnürt und sich zwischen Darm und Nervensystem einschiebt. 5. Das Nervensystem entsteht aus einer zum Rohr sich schließenden Längsrinne, welche vorübergehend durch den Canalis neurentericus mit dem Darm kommuniziert.

Man hat den *Amphioxus* in wenigen einander sehr nahestehenden Arten in den verschiedensten Meeren (Nordsee, Atlantischem und Indischem Ozean, Mittelmeer, Südsee) gefunden; in der Neuzeit hat man auch Repräsentanten anderer Gattungen entdeckt, wie z. B. *Asymmetron lucayanum* Andrews u. a.

II. Klasse.

Cyclostomen, Marsipobrachier, Monorhinen.

Die Klasse der *Cyclostomen* enthält ebenfalls nur wenige Gattungen und Arten, unter denen die *Neunaugen* des süßen Wassers und die

Myxinen der nordischen Meere die bekanntesten sind. Die Tiere haben schon vollkommen das Aussehen und die Bewegungsweise der *Fische*, besonders der aalartigen; auch in ihrer inneren Anatomie stehen sie den *Fischen* viel näher als der *Amphioxus*, da sie die großen Unterleibsdrüsen, Niere und Leber, besitzen, dazu ein muskulöses, dickwandiges Herz, welches aus Kammer und Vorkammer besteht und in einem eigenen Herzbeutel liegt. Alle wichtigen Teile des Wirbeltierhirns samt Lobus olfactorius, Epiphysis und Hypophysis sind vorhanden, ebenso die höheren Sinnesorgane, Augen, Hörbläschen und Nase. Im Hirn ist freilich Großhirn und Cerebellum unbedeutend im Vergleich zum Mittelhirn und dem gewaltigen Nachhirn. Das Hörbläschen (Fig. 494 I) ist noch nicht in Sacculus und Utriculus geschieden; auch hat es nur 1 oder 2 Bogengänge (stets aber 2 Ampullen). Die Haut (Fig. 26a) besteht aus Lederhaut und einer vielschichtigen Epidermis. Bei alledem unterscheiden sich die *Cyclostomen* sehr wesentlich selbst von den niedrigst stehenden Fischen. Ihnen fehlt noch die Wirbelsäule; das Achsenskelett des Rumpfes besteht entweder nur aus der Chorda oder außerdem noch aus ganz kleinen, die oberen Bögen und Intercalaria repräsentierenden Knorpelspangen. Ein knorpeliger Schädel mit einem korbartigen Gerüst knorpeliger Kiemenstützen ist vorhanden, aber vom Schädel der übrigen Wirbeltiere durch den Mangel der Occipitalregion unterschieden und auch sonst so abweichend gebaut, daß eine nähere Vergleichung auf große Schwierigkeiten stößt. Sehr wichtig ist der gänzliche Mangel von Brust- und Bauchflossen. Da auch die unpaaren Flossen nur von Hornfäden gestützt werden, fehlt das morphologisch allein wichtige, knorpelig präformierte Extremitätenskelett. Desgleichen entbehrt die Haut der Schuppen, die Mundöffnung der echten Dentinzähne. Denn die in mehreren Kreisen gestellten spitzen, braunen Höcker in der Mundhöhle der *Petromyzonten* (Fig. 506), sowie die spärlichen „Zähne“ der *Myxinoiden* sind rein epitheliale, den Zähnen der übrigen Wirbeltiere nicht vergleichbare Horngebilde.

Weitere Unterschiede zu den Fischen ergeben sich aus den 3 in der systematischen Zoologie eingebürgerten Namen.

Der Name *Cyclostomen* bezieht sich zunächst zwar nur auf ein äußerliches Merkmal, die Gestalt der Mundöffnung, welche kreisförmig oder wie beim *Amphioxus* längsoval ist; allein diese Gestalt ist durch einen wichtigen anatomischen Charakter begründet, durch den Mangel oder den rudimentären Zustand der Kiefer, welche bei den übrigen Wirbeltieren, indem sie gegeneinander wirken, die quere Gestalt des Mundes bedingen. Die Form der Mundöffnung ist für die *Cyclostomen* von großer Bedeutung, da sie sich mit dem Mund an Fischen festsaugen können. Am Grunde der gewölbten Mundbucht liegt die sogenannte Zunge, welche die ansaugende Wirkung erzielt, indem sie spritzenstempelartig zurückgezogen wird.

Der Name *Marsipobranchier* (Fig. 507) bezieht sich auf die Gestalt der Kiemen. Auf jeder Seite sind meist 6—7 Kiemengänge vorhanden, bei *Bdellostoma* (*Polytrema*) *Stouti* sogar 12 bis 14. Jeder Kiemengang differenziert sich in 3 Abschnitte: 1. den Kiemenbeutel, eine sackartige Erweiterung (*br*), welche allein die Kiemenblättchen enthält und den Kiemengefäßen zur Verästelung dient, und 2. und 3. zwei enge, das Atemwasser zu- und ableitende Kanäle, von denen der eine (*br*) auf der Haut, der andere (*i*) in den Darm mündet. Der Anlage nach und bei wenigen Arten (*Bdellostoma*) auch dauernd sind jederseits

getrennte innere und äußere Kiemenmündungen vorhanden; allein die inneren Kanäle von links und rechts können sich in einen unpaaren Sammelkanal vereinigen, der mit einer ventralen Öffnung in den Darm mündet (*Petromyzon*), oder umgekehrt die äußeren Kanäle vereinigen sich jederzeit in einem einzigen Kiemenloch (*s*), von dem auf der linken Seite noch ein Kanal direkt zum Darm verläuft (*c*) (*Myxine*).

Fig. 506. Mund von *Petromyzon marinus* mit Hornzähnen, im Hintergrund die Zunge (aus Gegenbaur).

Fig. 506.



Fig. 507.



Fig. 507. Kiemenapparat von *Myxine glutinosa* (nach J. Müller). *o* Ösophagus, *br* Kiemensäckchen (die Striche geben die Lage der Kiemenblättchen an), *i* zuführender, *br'* abführender Kiemenkanal, *ab* Kiemenarterie mit Kiemenbögen, *d* abpräparierte Haut, *s* Mündung der Kiemenkanäle und eines Haut und Ösophagus verbindenden Kanals der linken Seite (*c*), *a* Atrium, *v* Ventriculus cordis.

Monorhinen (Fig. 508) endlich heißen die Tiere, weil bei ihnen die Nase im Gegensatz zu den Fischen und allen höheren Wirbeltieren unpaar ist. Genau in der Mittellinie des Kopfes befindet sich dorsal eine einzige Nasenöffnung, welche in einen flaschenförmig erweiterten Nasensack überleitet. Vom Grunde des Sackes geht ein Kanal rückwärts bis an die Decke der Mundhöhle, den „Gaumen“, hier entweder blind endigend (*Hyperoartien*) oder den Gaumen durchbohrend (*Hyperotreten*), so daß eine innere Nasenöffnung, eine Choane, entsteht. An die unpaare Nase tritt ein paariger *N. olfactorius*.

I. Ordnung. *Hyperotreten*, halbparasitische Cyclostomen mit Cirren im Umkreis des Mundes, sehr primitiver Urniere, mit einer linken und rechten Reihe gewaltiger Schleimsäcke und rudimentären Augen (Linse, Sclera und Chorioidea fehlen); sie dringen in die Leibeshöhle von Fischen ein, die sie ausfressen. Ihre großen, dotterreichen Eier sind durch einen Hakenapparat zu Reihen verkettet. *Myxine glutinosa* L., hermaphrodit, doch ist immer nur eine Geschlechtsdrüse, entweder der, an der Küste von Skandinavien, Hoden oder das Ovar zur Reife befähigt. *Bdellostoma Stouti*, an der westamerikanischen Küste.

II. Ordnung. *Hyperoartien*. Aus Europa kennt man 3 Arten, die sämtlich der Gattung *Petromyzon* angehören und sich nur durch Größe und geringfügige Merkmale unterscheiden. Das kleine Neunauge, *P. Planeri* Bloch, lebt in Bächen und in kleineren Flüssen, das größere *P. fluviatilis* L., in Strömen, das fast 1 m lange, *P. marinus* L., im Meere; letzteres gelangt aber auch in die größeren Flüsse, häufig indem es sich an die zur Laichzeit aufsteigenden Lachse und Maifische ansaugt. Früher unterschied man außer der Gattung *Petromyzon* noch die Gattung *Ammocoetes* (Querder), bis im vorigen Jahrhundert A. Müller von neuem auf fand, was schon der Fischer Baldner im 18. Jahrhundert erkannt hatte, daß die Ammocöten nur die Larven der Petromyzonten seien. Die Querder

unterscheiden sich von den Neunaugen einmal dadurch, daß die Augen von dicker Haut bedeckt sind und daher noch nicht functionieren, daß ferner die Mundöffnung wie beim *Amphioxus* noch eine Längsspalte ist und nicht zum Ansaugen benutzt werden kann. Die Umwandlung des Querdors in das Neunauge erfolgt im 4. Jahre kurz vor der Geschlechtsreife, daher denn auch kaum ein Größenunterschied zwischen beiden existiert. Der deutsche Name Neunauge kann den Anfänger irre leiten: da nur ein Paar Augen vorhanden ist, muß man, um die Zahl 9 zu erhalten, nicht nur die 7 Kiemen-

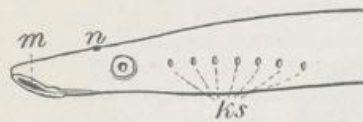


Fig. 508. Kopf des Flußneunanges mit Mund (m), unpaarer Nase (n), Auge und 7 Kiemenpalten (ks).

links. — Samen und Eier werden durch den Porus abdominalis entleert; die Eier sind ziemlich klein und erleiden eine totale, wenn auch inäquale Furchung (Fig. 102). — Südamerikanische Gattungen: *Mordacia* und *Geotria* (mit der durch besonders große und gut entwickelte Augen ausgezeichneten Jugendform *Macrophthalmia*). Fossil: *Palacospodylus* im Devon.

III. Klasse.

Pisces, Fische.

Die Bezeichnung „Fische“ kann man im engeren und weiteren Sinne anwenden. Bei der weiteren Umgrenzung nennt man Fische alle Wirbeltiere, welche in Atmung und Fortbewegungsweise vollkommen dem Wasserleben angepaßt sind, in der Atmung, insofern sie durch Kiemen erfolgt, in der Fortbewegungsweise, insofern sie durch Flossen vermittelt wird. Man kann aber auch, wie es hier geschehen soll, den Namen im engeren Sinne verwenden und unter den kiemenatmenden, mit Flossen schwimmenden Wirbeltieren verschiedene Stufen der Organisation unterscheiden, wie wir das bei den uns näher stehenden landbewohnenden und luftatmenden Wirbeltieren schon längst zu tun gewohnt sind. Außer Kiemenatmung und Fortbewegung durch Flossen halten wir zur Charakteristik der Fische noch für nötig, daß eine gewisse Organisationsstufe erreicht ist, daß eine Wirbelsäule und ein Schädel mit gut ausgebildetem Visceralskelett vorhanden sind, daß zu den unpaaren Flossen sich die paarigen gesellen, zum Skelett der Hornfäden noch ein besonderes knorpeliges oder knöchernes Extremitätenskelett, daß die Nase ein doppeltes Grübchen ist, daß die Haut der Körperoberfläche und die Schleimhaut des Mundes Sitz von Verknöcherungen, von Schuppen und echten Zähnen, sind. Dieser Auffassung zufolge sind die *Cyclostomen* und der *Amphioxus* von den Fischen ausgeschlossen worden.

Integument,
Schuppen.

Unzweifelhaft sind die Fische im engeren Sinne die dem Wasserleben am besten angepaßten Wirbeltiere; ihre ganze Organisation muß daher von diesem Gesichtspunkt aus beurteilt werden. Die Epidermis besteht aus zahlreichen übereinander gelagerten Schichten protoplasmatischer Zellen, die nach außen nur von einer verschwindend dünnen Cuticula zusammengehalten werden und infolgedessen nach dem Tode leicht abfallen. Verhornung fehlt unter gewöhnlichen Verhältnissen mit Ausnahme eines dünnen Saumes der äußersten subcuticularen Zellenlage.

Zur Zeit der Geschlechtsreife aber findet sie sich in ausgedehnterem Maße bei den meisten *Cypriniden* und vielen *Salmoniden* und erzeugt dann harte Einlagerungen, die „Perlorgane“. Enorme Mengen großer Schleimzellen verleihen den Tieren ihre auffällige Schlüpfrigkeit. Da das Epithel nichts zur Festigung der Körperoberfläche beiträgt, gehen alle Schutzorgane von der Lederhaut aus, welche aus vielen Schichten straff-faserigen Bindegewebes besteht und außerdem den Fischen das charakteristische Hautskelett, die Schuppen, liefert. Die Schuppen liegen auf der Grenze von Epidermis und Lederhaut, jedoch noch in letzterer, gewöhnlich in das Bindegewebe der Schuppentaschen eingebettet; sie sind vermöge ihres verschiedenen Baues auch jetzt noch von hervorragendem systematischem Wert, wenn man auch nicht mehr die gesamte Einteilung der Fischklasse auf die Unterschiede der Placoid-, Ganoid-, Cycloid- und Ctenoidschuppen basiert.

1. Die Placoidschuppen (Fig. 509, 4. Fig. 472) oder Hautzähnen wurden schon (S. 464) besprochen, weil sie den Ausgangspunkt für die Hautverknöcherungen sämtlicher Wirbeltiere bilden und in ihrem Bau den Zähnen der Mundhöhle ähnlich sind; sie sind rhombische Knochenplatten, welche mosaikartig dicht zusammengefügt sind, ohne aber sich zu decken; sie tragen im Centrum einen caudalwärts zurückgebogenen, zugespitzten und mannigfaltig gestalteten Höcker, welcher aus einer blutgefäßreichen Papille, einem Mantel von Zahnschubstanz (Dentin) und einem die Spitze überziehenden Käppchen besteht, welches bald als Schmelz, bald als eine homogene äußerste Elfenbeinlage, Vitrodentin, gedeutet wird.

2. Die Ganoidschuppen (3) haben meist noch rhombische Gestalt und parkettartige Anordnung; doch kommen auch schon kreisrunde Formen vor, welche sich nach Art der Cycloidschuppen dachziegelartig decken. Sie können in der Jugend noch Hautzähnen tragen, welche beim ausgebildeten Tiere verloren gehen; stets sind sie von einer dicken Lage „Ganoin“ (fraglich ob Schmelz, ob Vitrodentin) überzogen, welche der Oberfläche einen auch bei fossilen Fischen erkennbaren Perlmutterglanz verleiht und das wichtigste Merkmal der Schuppe ausmacht.

3. Cycloid- und Ctenoidschuppen sind einander sehr nahe verwandte Formen; sie liegen stets locker in den Schuppentaschen, aus denen sie leicht herausgezogen werden können; sie ordnen sich derart in Schräg-, Quer- und Längsreihen an, daß sie sich dachziegelartig decken, und zwar je eine vordere die angrenzenden Hälften zweier hinterer Schuppen. Die Cycloidschuppen (1) haben annähernd kreisförmige Gestalt und eine zweifache Struktur; das Centrum der Schuppe ist einerseits Mittelpunkt einer konzentrischen Streifung, andererseits Ausgangspunkt zahlreicher, nach der Peripherie ausstrahlender Radiallinien. Die konzentrische Streifung hat ihren Sitz in der oberflächlichen, stärker verkalkten Lage der Schuppe (der Dentinschicht) und ist durch riffartige

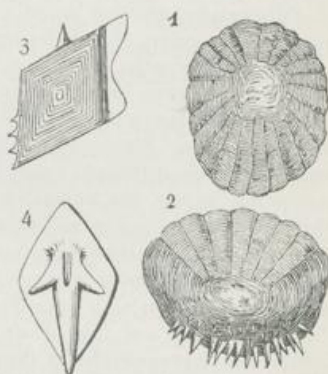


Fig. 509. Schuppenformen der Fische: 1 Cycloidschuppe, 2 Ctenoidschuppe von Teleostiern, 3 Ganoidschuppe von Ganoiden, 4 Placoidschuppe von Haien.

Erhebungen derselben bedingt; die Radiallinien sind zum Teil durch Unterbrechungen der Dentinschicht hervorgerufen, vor allem aber dadurch, daß in ihrem Bereich auch die Verkalkung der Basalschicht unterblieben ist. Die Ctenoidschuppe (2) teilt mit der Cycloidschuppe die konzentrische und radiale Streifung, unterscheidet sich aber von ihr dadurch, daß das hintere Schuppenende quer abgestutzt ist, und daß die concentrischen Riffe, soweit die Oberfläche der Schuppe bei der dachziegelartigen Deckung freibleibt, Zacken tragen, die wie Kammzinken aussehen.

4. Außer den besprochenen Schuppenformen kommen in der Haut mancher Fische ansehnliche Stacheln (stark entwickelte Einzelzähne) und ausgedehnte Knochenplatten vor, für welche sich meist noch der Nachweis führen läßt, daß sie aus Verwachsung zahlreicher Schuppen hervorgegangen sind.

Die Färbung der Fische ist durch dreierlei Structuren bedingt. Der Silberglanz, welcher nicht nur die Haut, sondern auch Herzbeutel und Bauchfell besonders der Schwimmblase auszeichnet, wird durch Guaninkristalle verursacht. Sie werden bei manchen Fischen (*Alburnus lucidus*) durch ihren besonders schönen Glanz technisch wertvoll: durch Kochen mit Ammoniak werden sie aus dem Bindegewebe befreit und liefern, in dieser Flüssigkeit suspendiert, den wichtigen Teil der Perlenessenz (Essence d'Orient), welche zur Fabrikation künstlicher Perlen benutzt wird, indem sie äußerlich auf Alabasterkügelchen aufgetragen wird (römische Perlen) oder zu einem Überzug auf der Innenseite von Glaskügelchen dient, welche dann noch mit Wachs ausgegossen werden (Pariser Perlen). — Die außer dem Silberglanz noch vorkommenden Farben und Zeichnungen lassen sich zum Teil auf die reichlichen, stark gefärbten Fettzellen, zum Teil auf Chromatophoren zurückführen, welche unter dem Einfluß des Nervensystems ihre Gestalt und Ausdehnung und damit auch ihren Anteil an der Gesamtfärbung verändern können. Daher rührt die Anpassungsfähigkeit vieler Fische an ihre Umgebung. Die *Schollen* und *Flundern* (*Pleuronectiden*) z. B. nehmen die Farbe des Untergrundes an (sympathische Färbung, S. 36); geblendete Tiere verlieren diese Fähigkeit. — Viele Tiefseefische zeichnen sich durch den Besitz von Leuchtorganen (S. 110) aus, deren regelmäßige Anordnung eine vielleicht für das Zusammentreffen der Geschlechter wichtige Zeichnung hervorruft.

Wirbelsäule.

Das Achsenskelett der Fische zeigt viele vorwiegend oder nur in dieser Klasse vorkommende Grundzüge, gewinnt aber gleichwohl in den einzelnen Ordnungen ein sehr verschiedenes Aussehen, welches vor allem davon abhängt, ob das Skelett knorpelig oder verknöchert ist. Die Wirbelsäule besteht fast stets aus amphicölen Wirbelkörpern mit oberen und unteren Bögen. In den vorderen und hinteren Aushöhlungen der Wirbelkörper besteht die Chorda fort, welche demnach ein rosenkranzartig intervertebral answellender Strang ist. Die Bögen schließen mittelst unpaarer Dornfortsätze zusammen, die oberen — den Rückenmarkskanal erzeugend — überall, die unteren nur in der Schwanzgegend (Caudalkanal) (Fig. 476, 477); in der Rumpfregeion bestehen die unteren Bögen aus zwei Teilen, Rippe und Basalstumpf, und schließen ventral nicht zusammen; auch fehlt noch das Brustbein, welches bei Amnioten die unteren Rippenenden vereinigt. Solange die Verknöcherung ausbleibt oder unvollkommen ist, sind sowohl die oberen als auch die unteren Bögen in jedem Segment mindestens zu zwei Paaren vorhanden; das dem Kopf zugewandte vordere Bogenpaar ist das stärkere und bleibt

bei Fischen mit knöcherner Wirbelsäule allein erhalten; das zweite ist sehr viel kleiner, so daß man es nicht zu den „Bögen“ rechnet, sondern von oberen und unteren Intercalarien spricht (Fig. 476, 510).

Für den Fischschädel ist besonders charakteristisch die gute Ausbildung und große Zahl der *Visceralbögen*, sowie ihre Unabhängigkeit von der Schädelkapsel, von welcher sie ohne Mühe abgelöst werden können. Die nach Entfernung der Visceralbögen für sich dargestellte Schädelkapsel zeigt die Tendenz, mit angrenzenden Wirbeln zu verwachsen (*Auxicranium*); sie hat bei allen *Knorpelfischen* (Fig. 510) einen sehr einfachen Bau, wird aber bei *Knochenfischen* durch Auftreten von Verknöcherungen um so komplizierter, da die Knochen sehr zahlreich sind und nicht, wie bei den Säugetieren, zum Teil untereinander zu größeren Knochen verschmelzen; auch sind zwischen den einzelnen Fischfamilien große Unterschiede wahrnehmbar, indem bei einigen Knochen auftreten, welche den anderen fehlen (Fig. 479, 511). Durch besondere Konstanz zeichnen sich die großen Belegknochen der Schädeldecke (Parietalia [*p*], Frontalia [*f*], Nasalia [*na*]) und der Schädelbasis aus. Letztere ist fast in ganzer Länge von einem unpaaren mächtigen Belegknochen zugeeckt, der sonst nur noch bei den *Amphibien* (Fig. 526) gut entwickelt ist und daher besondere Beachtung verlangt, das Parasphenoid (*ps*). Der am vorderen Ende des Parasphenoids sitzende Vomer (*vo*) ist ebenfalls unpaar, während bei allen übrigen Wirbeltieren der Vomer paarig an der Spitze des Kieferbogens angelegt wird. Unter den primären Knochen sind in ihrer Ausbildung am konstantesten die ersten, die 3 Ethmoidea (ein öfters paariges Mesethmoid, 2 Exethmoidea [*me* und *ee*], und die letzten, die 4 Occipitalia (Basioccipitale [*oc. s.*], Exoccipitalia [*oc. l.*], Supraoccipitale [*oc. b.*]). Dagegen ergeben sich Verschiedenheiten in der Gehör- und Augengegend. Bei der ganz außerordentlichen Größe des Labyrinths sind zahlreiche Otica vorhanden, häufig (Fig. 511) 5 (3 obere: Sphenoticum *spho* [Postfrontale], Pteroticum *pto* [Squamosum], Epitoticum *epo* und 2 untere: Prooticum *pro* und Opisthoticum *oo*), seltener 4 (Fig. 479) infolge Mangels des Opisthoticum. In der Augengegend sind die Knochen des Keilbeinkörpers (Basisphenoidea) selten gut entwickelt; sie sind nicht so wichtig, wie bei den *Amnioten*, da das große Parasphenoid der Schädelbasis genügende Festigkeit verleiht. Ähnliches gilt für die Ali- und Orbitosphenoidea (Fig. 470 *as* und *os*); je nachdem dieselben gut oder unvollkommen oder gar nicht ausgebildet sind, befindet sich am macerierten Schädel zwischen den beiden Augen eine knöcherne Scheidewand (Fig. 474) oder eine mehr oder minder weit klaffende Lücke, die Fenestra interorbitalis (Fig. 505).

Das Visceralskelett ist entsprechend dem Aufenthalt im Wasser sehr gut entwickelt, vor allem die Kiemenbögen (5—7, meistens 5), welche in allen Abteilungen im wesentlichen gleichen Bau haben, da ihre Function — Kiemen zu tragen — die gleiche ist. Mit Ausnahme des letzten, welcher oft rudimentär ist, bestehen sie jederseits aus 4 Stücken und sind durch unpaare, oft untereinander verschmolzene Copulae mit denen der anderen Seite verbunden. Ihre oberen Enden sind häufig bezahnt und stehen dem rudimentären letzten Bogen beim Kauen gegenüber, weshalb man diese ungleichwertigen Stücke als *Ossa pharyngea superiora* und *inferiora* in Vergleich stellt. — Die vor den Kiemenbögen gelegenen, übrigen Visceralbögen ergeben bei den *Knorpelfischen* und *Knochenfischen* große Unterschiede. Nach der Art, wie sie beim Kauen verwendet werden, kann man Gaumen- und Kieferkauer unterscheiden. *Gaumen-*

Schädel.

Visceral-
skelett.

kauer sind die Knorpelfische (Fig. 510), weil hier die Zähne des Palatoquadratum (*Pg*) (der Gaumenanlage) und des Mandibulare (*Md*), also die Zähne des oberen und unteren Abschnittes des Kieferbogens gegeneinander wirken. *Kieferkauer* (Fig. 511) sind alle Fische mit verknöchertem Skelett, weil mit der Verknöcherung die Elemente der Maxillarreihe (Zwischenkiefer *prm* und Oberkiefer *ma*) auftreten und die Knochen des Palatoquadratum, die Gaumenreihe (Pterygoidea *mt*, *ekt*, *ent* und Palatina *pa*), zurückdrängen. Dabei werden die Maxillaria und die Praemaxillaria die Antagonisten des Unterkiefers (Mandibulare), während die Knochen der Gaumenreihe dem unteren Abschnitt des Zungenbeins entgegenwirken. Bei Gaumenkauern treffen linke und rechte Palatoquadrata am vorderen Ende in einer Symphyse zusammen, bei Kieferkauern sind sie durch die Schädelbasis getrennt.

Ein zweiter hervorstechender Charakter der *Knochenfische* wird schon bei den Knorpelfischen vorbereitet: die Umwandlung des Hyomandibulare zum Kieferstiel. Schon bei den *Haien* (speziell den *Rochen*) wird die gleichmäßige parallele Anordnung des Zungenbeinbogens und des Kieferbogens aufgegeben, indem das Hyomandibulare sich vom Hyoid lockert und am Kiefergelenk enger befestigt. Bei den *Knochenfischen* führt das dahin, daß das Hyomandibulare das hintere Ende des Palatoquadratum, das Os quadratum, vom Schädel abdrängt und sich selbst zwischen beide Teile einschiebt, so das Kiefergelenk indirekt mit dem Schädel verbindend (Hyostylie). Durch einen nur bei den Fischen vorkommenden Knochen, das Symplecticum (*sy*) wird diese Beziehung zum Quadratbein vermittelt, während ein schwächeres Stück, das Interhyale (*ih*), die Verbindung mit dem unteren Abschnitt des Zungenbeinbogens, dem Hyoid, bewahrt. Das Hyoid nimmt dabei die den Kiemenbögen eigentümliche vierteilige Beschaffenheit an.

Ein letztes, jedoch nicht allen Fischen zukommendes Merkmal des Visceralskeletts ist die Ausbildung des Opercularapparates, einer Anzahl knöcherner Platten und Stacheln, welche vom Zungenbeinbogen ausgehen und sich schützend über die Kiemenbögen herüberlegen. Der Opercularapparat entsteht zum Teil im Anschluß an das Hyomandibulare: die ansehnlichen, Opercula genannten Knochenplatten (Fig. 511 *O*, *Pro*, *So*, *Io*), zum Teil entsteht er im Anschluß an das Hyoid: die Radii branchiostegi. Die große Bedeutung dieser Einrichtung werden wir erst bei der Besprechung der Kiemen kennen lernen. Sie verleihen dem Schädel der *Teleostier* und *Ganoiden* ein charakteristisches Gepräge, verdecken aber zugleich seine Architektonik, weshalb sie ebenso wie ein unter dem Auge hinziehender Knochenring, die Infraorbitalia (*inf*), in der Fig. 511 nur mit roten Konturen eingetragen sind.

Extremitäten.

Nicht minder als das Visceralskelett wird das Skelett der Extremitäten vom Wasseraufenthalt in seiner Beschaffenheit beeinflusst. Die Fische besitzen Flossen; zum Unterschied von den *Cyclostomen* haben sie die 2 paarigen, die Brust- und Bauchflossen (*Pinnae thoracicae* s. *pectorales* und *P. abdominales* s. *ventrales*), zum Unterschied von wasserbewohnenden *Amphibien*, *Reptilien* und *Säugetieren*, bei denen die paarigen Extremitäten nicht selten auch flossenartig gestaltet sind, die 3 unpaaren Flossen, die Rücken-, Schwanz- und Afterflosse (*P. dorsalis*, *caudalis*, *anal*). Nur selten werden die Bauchflossen, wie bei den *Aalen*, noch seltener auch die Brustflossen (*Muraenen*) rückgebildet. — Die Function der Flossen als Organe zum Rudern und Steuern des Fischkörpers und zur Erhaltung der Gleichgewichtslage bringt es mit

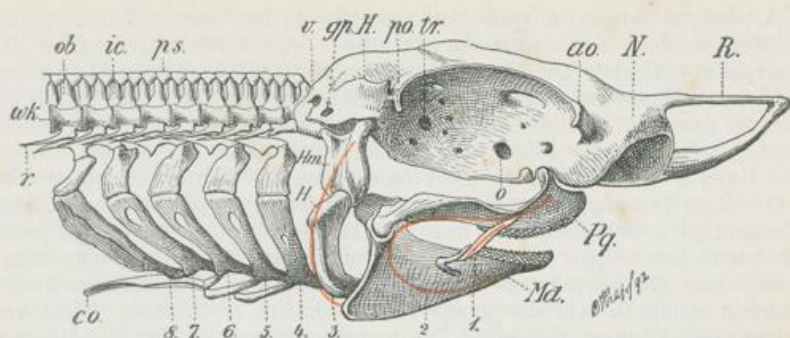


Fig. 510. Anfang der Wirbelsäule und Schädel mit Visceralskelett von *Mustelus vulgaris*. wk Wirbelkörper, r Rippen, ob obere Bögen, ic Intercalaria, ps Processus spinosi. Schädel: v Vagusloch, gp Glossopharyngeusloch, po Postorbitalfortsatz, ao Antorbitalfortsatz, tr Trigeminiusloch, o Opticusloch, H Hörkapsel, N Nasenkapsel, R Rostrum, 1-8 Visceralbögen, 1 Lippenbogen, 2 Kieferbogen, Pg Palatoquadratum, Md Mandibulare, 3 Zungenbeinbogen, Hm Hyomandibulare, H Hyoid, 3-8 Kiemenbögen, co Copula.

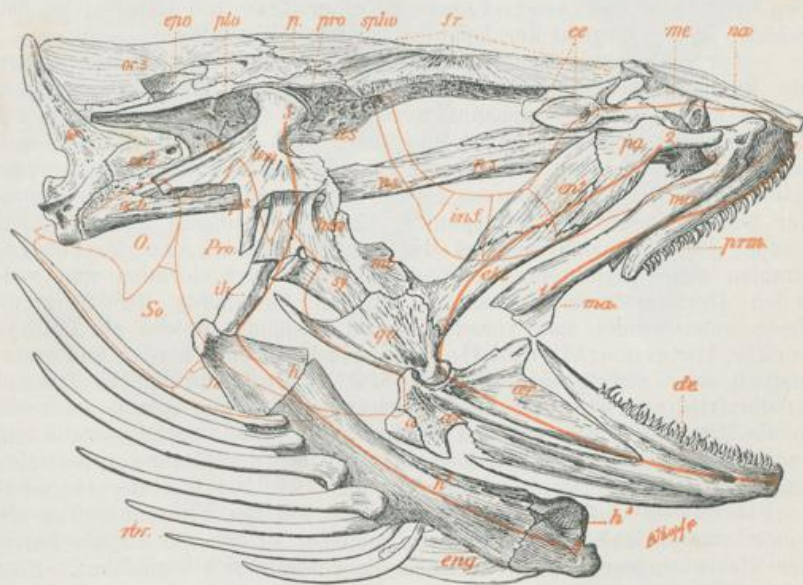


Fig. 511. Schädel mit erstem Wirbel und mit vorderem Visceralskelett vom Schellfisch. Die Knochenkonturen der Opercula und des Infraorbitalrings rot gezeichnet. Schädel: ocb, ocl, ocs Basioccipitale, Exoccipitale, Supraoccipitale, epo, pto, sp, oo, pro Epioticum, Pteroticum, Sphenoticum, Opisthoticum, Prooticum, p Parietale, fr Frontale, na Nasale, me Mesethmoid, ee Exethmoid, as Alisphenoid, ps Parasphenoid, vo Vomer. Visceralskelett: 1. Maxillarreihe, prm Praemaxillare (Intermaxillare), ma Maxillare; 2. Kieferbogen: Palatoquadratum; pa Palatinum, ent Entopterygoid, ect Ectopterygoid, mt Metapterygoid, qu Quadratum; Mandibulare: ar Articulare, a Angulare, de Dentale; 3. Zungenbeinbogen: hm Hyomandibulare, sy Symplecticum, ih Interhyale, h'-h'' Knochen des Hyoids, eng Os entoglossum, rbr Radii branchiostegi, w Wirbel. Rotgedruckte Knochen: O Operculum, io Interoperculum, so Suboperculum, pro Praeoperculum, inf Infraorbitalring. 1, 2, 3 Achsenlinien des Lippenbogens, Kieferbogens und Zungenbeinbogens.

sich, daß sie breite, überall gut gestützte Platten sein müssen. Daher erklärt es sich, daß zahlreiche Skeletteile vorhanden sind, außer den knorpelig präformierten Flossenstützen noch die bald hornig bleibenden, bald verknöchernden Flossenstrahlen, daß ferner alle Teile ziemlich gleichförmig gestaltet und fest, wenn auch elastisch miteinander verbunden sind. Innerhalb der Flosse selbst fehlen die Gelenke, welche nur an der Basis nötig sind, da, wo die Flosse gegen den Körper bewegt werden soll und an Trageapparaten befestigt ist. Die Trageapparate der paarigen Flossen, der Schultergürtel und der Beckengürtel, sind bogenförmige Skelettstücke, welche bei den *Haien* nur in die Muskulatur eingelassen sind. Das gleiche gilt auch für den Beckengürtel aller übrigen Fische, welcher demnach wie die ganze Flosse ein im Fischkörper leicht verschiebbares Element darstellt. Die ursprüngliche Lage der Hinterflossen ist am hinteren Ende der Leibeshöhle (Bauchflosser, *Pisces abdominales* [Fig. 519, 525]); von hier aus sind sie bei den *P. thoracici* (Brustflosser) nach vorn bis unter die Brustflossen verschoben (Fig. 522); bei den *P. jugulares* (Kehlflosser) rücken sie sogar über diese Linie hinaus vor die Brustflossen in die Kehlgegend. Dagegen ist der mit einem mächtigen Belegknochen (Clavicula) bedeckte, dicht hinter den Kiemen lagernde Brustgürtel der *Knochenfische* mittelst einer Reihe von Knochen an den Schädel in der Gegend der Epitoca befestigt (Fig. 515).

Zur Befestigung der unpaaren Rücken- und Afterflossen dienen die knorpelig präformierten Skeletteile der Flosse, die Flossenstützen, welche Flossenträger genannt werden, weil sie mit einem Ende auf den Dornfortsätzen der Wirbelsäule sitzen, mit dem anderen Ende sich an die Flossenstrahlen befestigen. Für die Rückenflosse, welche nicht selten in 2 oder mehr Flossen zerlegt ist, dienen die Processus spinosi der Neurapophysen als Stützpunkte, für die Analflosse die Processus spinosi der Hämapophysen; bei der Schwanzflosse sind die Flossenstrahlen ohne Vermittelung besonderer Träger den dorsalen und ventralen Dornfortsätzen aufgesetzt. In der Ausbildung der Schwanzflosse unterscheidet man verschiedenerlei Zustände, welche als Diphyccerkie, Heterocerkie und Homocerkie bezeichnet werden und systematisch sehr wichtig sind (Fig. 10. S. 31). Der ursprüngliche Zustand ist die Diphyccerkie (*A*); die Wirbelsäule dringt hier gerade gestreckt in die Mitte der Flosse ein und halbiert sie in symmetrische, dorsale und ventrale Teile, so daß ein gleich großer Abschnitt der Flosse von ventralen und von dorsalen Dornfortsätzen getragen wird. — Bei der Heterocerkie (*B*) ist die Achse der Wirbelsäule von der Flossenbasis an ein wenig stumpfwinklig nach aufwärts gebogen, so daß die dorsale Partie der Flosse eingeengt wird, während die ventrale sich vergrößert. Eine solche Flosse ist äußerlich und innerlich vollkommen asymmetrisch. — Die homocerke Flosse (*D*) endlich erscheint äußerlich symmetrisch, ist aber tatsächlich in höchstem Maße asymmetrisch. Da das Wirbelsäulenende, die unverknöcherte Chorda (*ch*), fast rechtwinklig aufgebogen ist, wird der dorsale Abschnitt der Flosse mehr oder minder rudimentär, die Schwanzflosse wird fast ausschließlich vom ventralen Abschnitt gebildet, der meist durch eine Einbuchtung in einen oberen und unteren Lappen abgeteilt wird (*D*). Entwicklungsgeschichtlich ist übrigens auch die homocerke Flosse zunächst diphyccerk und wird später heterocerk.

Muskulatur.

Da der Aufenthalt im Wasser einfache Bedingungen der Fortbewegung bietet, ist auch die Fischmuskulatur sehr einfach und be-

steht vorwiegend aus Längsmuskeln, welche durch die Lig. intermuscularia in Myocommata zerlegt werden. Die Myocommata haben die Gestalt von Kegelmänteln, welche ihre Spitze nach vorn wenden und tütenartig ineinandergesteckt sind, so daß ein Querschnitt mehrere solcher Tüten trifft und das Bild konzentrischer Ringe liefert. Man findet ferner auf einem Querschnitt auf jeder Seite mindestens zwei solcher konzentrischer Systeme, ein dorsales und ein ventrales, da die gesamte Längsmuskulatur durch eine laterale Einschnürung in einen dorsalen und ventralen Abschnitt zerlegt wird. Außer den Stammuskeln existieren noch kleinere Muskelgruppen, die sich an die Flossen, die Kiemenbögen, die Kiefer, Augen usw. begeben, welche aber im Verhältnis zu jener Hauptmasse einen unbedeutenden Abschnitt der Muskulatur ausmachen. Die Augen- und Flossenmuskulatur stammt von den Myocommata ab. — Auf Umbildung von Muskeln sind auch die elektrischen und pseudoelektrischen Organe zurückzuführen (S. 103).

Fig. 512. Hirn der Forelle, Fig. 513. eines Haies (*Scyllium catulus*) vom Rücken gesehen. I Nervus olfactorius, Lol Lobus olfactorius, Tro Tractus olfactorius, VH Vorderhirn (Großhirn), BG Corpora striata, Pall Pallium des Großhirns, zum größten Teil abgetragen, ZH Zwischenhirn, II Opticus, GP Epiphysis, MH Mittelhirn (Corpora quadrigemina), HH Hinterhirn (Cerebellum), NH Nachhirn (Medulla oblongata), Frho Fossa rhomboidalis, IV–VII die hinteren Hirnnerven (nach Wiedersheim).

Fig. 512.

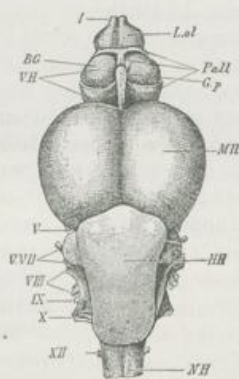
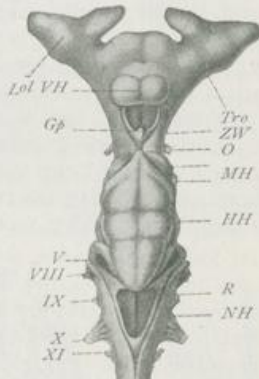


Fig. 513.



Das Fischhirn (Fig. 512, 513) bekundet die niedere Organisation der Klasse vornehmlich durch die geringe Entwicklung der Großhirnrinde. Namentlich gilt dies für die *Knochenfische* (Fig. 512 VH), bei denen man an Stelle der Großhirnrinde nur eine dünne Epithelschicht vorfindet (Pall); was man früher kurzweg hier Großhirn nannte, sind nur die „Basalganglien“, die Corpora striata der menschlichen Anatomie (BG). Sehr ansehnlich sind die zu selbständigen Abschnitten gewordenen Lobi olfactorii (Lol), die entweder dem Großhirn dicht anliegen (die meisten *Teleostier*) oder durch einen Zwischenraum getrennt und mit ihm infolgedessen durch einen Tractus olfactorius verbunden sind (Fig. 513 Tro). Die Thalami optici des Zwischenhirns sind klein (Fig. 513 ZH), dagegen finden sich an seiner Basis zwei für die Fische charakteristische Anschwellungen, die Lobi inferiores, und dazwischen der Sacculus vasculosus. Vor allem stark entwickelt sind Mittelhirn (MH) und Kleinhirn (HH).

Die Nase besteht aus zwei präoralen Grübchen, deren Öffnung durch eine Hautbrücke in eine vordere, Wasser zuleitende und eine hintere, ableitende Öffnung abgeteilt wird. Bei *Selachiern* steht die Nase in Beziehung zur Mundhöhle durch eine von einer Hautfalte überdeckte Brücke. Bei *Dipneusten* findet sich sogar ein Nasengaumengang (Fig. 524). — Das Auge der Fische hat mehrere Eigentümlichkeiten; die Linse ist

auffallend stark gewölbt und besitzt fast die Gestalt einer Kugel, eine Einrichtung, welche dadurch nötig wird, daß der optische Effekt der Cornea bei der geringen Brechungsdivergenz zwischen Wasser und Gewebe viel kleiner ausfällt als bei landbewohnenden Wirbeltieren. Noch mehr fällt in die Wagschale, daß das Auge für das Sehen in die Nähe eingestellt ist. Denn da Lichtstrahlen vom Wasser stark absorbiert werden, können Objekte in Entfernungen über ca. 15 m überhaupt nicht mehr wahrgenommen werden. Hiermit hängt eine zweite Einrichtung des Fischauges zusammen, die *Campanula Halleri*. In den Glaskörper des Fischauges dringt von der Chorioidea aus der *Processus falciformis* ein, ein sichelförmiger Fortsatz, welcher vom Opticuseintritt bis zur Linse reicht und an dieser zur „*Campanula*“ anschwillt. Letztere enthält einen Muskel, dessen Kontraktion die Linse zurückzieht, dadurch der Retina nähert und somit eine Einstellung des Auges (*Accommodation*) für die Ferne bewirkt. Bei den *Knochenfischen* endlich liegt neben der Eintrittsstelle des *N. opticus* ein rätselhaftes Organ, die Chorioidealdrüse, welche vornehmlich aus Blutgefäßen (*Wundernetz*) besteht. Weit verbreitete, aber nicht konstante Vorkommnisse sind Verknöcherungen und Verknorpelungen der Sclera. Augenlider fehlen oder sind nur schwach angedeutet und unbeweglich, nur bei gewissen *Selachiern* findet sich eine Nickhaut. — Das Gehörorgan der Fische, das Labyrinth, ist von einer relativen Größe wie bei keinem anderen Wirbeltiere: *Sacculus* und *Utriculus* (Fig. 494 *S* u. *U*) sind voneinander durch eine Einschnürung getrennt; am *Sacculus* bereitet eine Aussackung, die *Lagena*, schon die Anlage der Schnecke vor; am *Utriculus* hat sich zu den zwei bei *Petromyzon* vorhandenen vertikalen Bogengängen der äußere horizontale hinzugesellt. Im Labyrinth finden sich zwei Hörsteine, *Asteriscus* und *Sagitta* genannt, von denen namentlich ersterer auffallend groß ist. Wie Experimente ergeben haben, ist das Labyrinth in erster Linie ein Sinnesorgan für das Balancegefühl; daneben scheint ein geringes Maß von Tonempfindung zu bestehen. Die Fähigkeit der Tonproduction findet sich nur bei wenigen Arten; zumeist handelt es sich um Reibegeräusche.

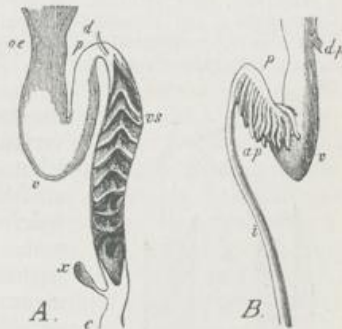
Von allen Sinnesorganen am merkwürdigsten sind die Sinnesorgane der Haut; speziell sind die Organe der Seitenlinie Gebilde, welche nirgends so gut entwickelt sind wie bei den Fischen und überhaupt sonst nur noch bei *Cyclostomen* und wasserbewohnenden *Amphibien* oder *Amphibien-Larven* vorkommen. Bei den Fischen erstreckt sich meistens auf jeder Seite des Körpers eine deutliche Längslinie (Fig. 522) *Sl*), die an der Schwanzspitze beginnt und am Kopf in mehrere gewundene Linien ausgeht. Veranlaßt ist die Zeichnung durch eine Längsrinne oder einen unter den Schuppen verlaufenden Längskanal, der sich durch zahlreiche, die Schuppen durchbohrende Kanäle nach außen öffnet. An dem Röhrensystem verästelt sich außer Zweigen des *Trigeminus*, *Facialis* und *Glossopharyngeus* vor allem ein starker Ast des *Nervus vagus*, der *N. lateralis*, welcher vom Kopf bis an die Basis der Schwanzflosse reicht und mit seinen feinsten Endzweigen besondere Sinnesorgane, die *Nervenendhügel*, versorgt. Dieselben *Nervenendhügel* können sich auch zu mehreren Linien gruppieren oder an anderen Stellen in Vertiefungen der Haut, den *Ampullen*, vorfinden. Ihre Function ist schwer zu ermitteln, da bei *Säugetieren* und *Menschen* nichts Ähnliches vorkommt. Sie sind spezifische Sinnesorgane für Wasserbewohner und dienen wahrscheinlich zur Perception des Drucks oder der Bewegung des Wassers. Über die *Nervenendknospen*, welche außerdem in der Fischhaut, speziell an den Barteln und

Lippen vorkommen, wurde schon früher bemerkt, daß sie zu den Geschmacksorganen überleiten.

Viel wichtiger als die bisher besprochenen animalen Organe sind für die Systematik der Fische die vegetativen Organe, vor allem Darm, Kiemen und Herz. Der Darm beginnt mit der geräumigen Mund-Rachenhöhle, verjüngt sich dann zu einem verhältnismäßig wenig in Windungen gelegten Rohr, an welchem Ösophagus, Magen, Dünn- und Dickdarm nicht sehr scharf gegeneinander abgesetzt und auch durch Dicke nur unbedeutend unterschieden sind. Mund und Rachen sind in ganz auffallender Weise bezahnt. Bei den *Knochenfischen* können fast alle Knochen der Schädelbasis und des Visceralskeletts — bei manchen Arten diese, bei anderen jene — mit gewöhnlich hechelförmigen, angewachsenen Zähnen bedeckt sein. Bei den *Haien* ist die Schleimhaut, ähnlich dem Integument, häufig von kleinen Hautzähnen durchsetzt; kräftige, zum Kauen dienende Zähne finden sich jedoch bei ihnen nur auf dem Palatoquadratum und dem Mandibulare, wo sie in vielen Reihen hintereinander der Schleimhaut eingepflanzt sind. In beiden Fällen besteht ein unbegrenzter Zahnersatz, da namentlich die nur in der Schleimhaut befestigten Zähne leicht ausfallen. — Leber und Milz sind stets vorhanden, eine Gallenblase und ein Pancreas meistens.

Systematisch wichtige Unterschiede treten in der Beschaffenheit des Darmrohrs und des Pharynx hervor. Bei vielen Fischen (Fig. 514 B) sind am Pylorus (*p*), am Übergang von Magen (*v*) und Dünndarm (*i*), dickwandige Blindsäcke, die Appendices pyloricae (*ap*) vorhanden; andere Fische haben dagegen die Spiralklappe (Fig. 514 A *vs*), eine Schleimhautfalte, welche wendeltreppenartig auf der Innenseite des Darms herabsteigt. Selten kommen beide Einrichtungen gleichzeitig nebeneinander vor (*Laemargus*, *Ganoiden*).

Fig. 514. Darm, A von *Squatina vulgaris*, zum Teil geöffnet, um die Spiralklappe zu zeigen, B von *Trachinus radiatus* (aus Gegenbaur). *oe* Ösophagus, *v* Magen, *p* Pylorus, *d* Ductus choledochus, *vs* Spiralklappe, *e* Enddarm, *x* Blindsack desselben, *dp* Ende des Schwimmblasenganges, *ap* Appendices pyloricae, *i* Dünndarm.



Die Unterschiede in der Pharyngealregion werden durch das Verhalten der Kiemen veranlaßt (Fig. 515), deren man zwei Arten, bedeckte Kiemen (A) und Kammkiemen (B) unterscheidet. Bei beiden beginnen die zwischen zwei Kiemenbögen (*b*) gelegenen Kiemengänge auf der Darmseite mit den inneren Kiemenspalten (*is*), deren Eingänge zum Schutz gegen das Eindringen von Nahrungsteilchen von zahnartigen Höckern auf den Kiemenbögen wie mit einer Reuse geschützt sind; ihre Mündungen nach außen zeigen jedoch verschiedenes Verhalten. Bei den bedeckten Kiemen (A) sind die jederseits in einer Reihe hintereinander liegenden äußeren Kiemenspalten (*as*) durch breite Hautbrücken getrennt, welche Kiemengänge und Kiemenblättchen ganz verdecken (Fig. 515 A, 519). Letztere sind blutgefäßreiche, rote, mit secundären Fältchen bedeckte Schleimhautfalten, welche in der Richtung des Kiemen-

Darm.

Kiemen.

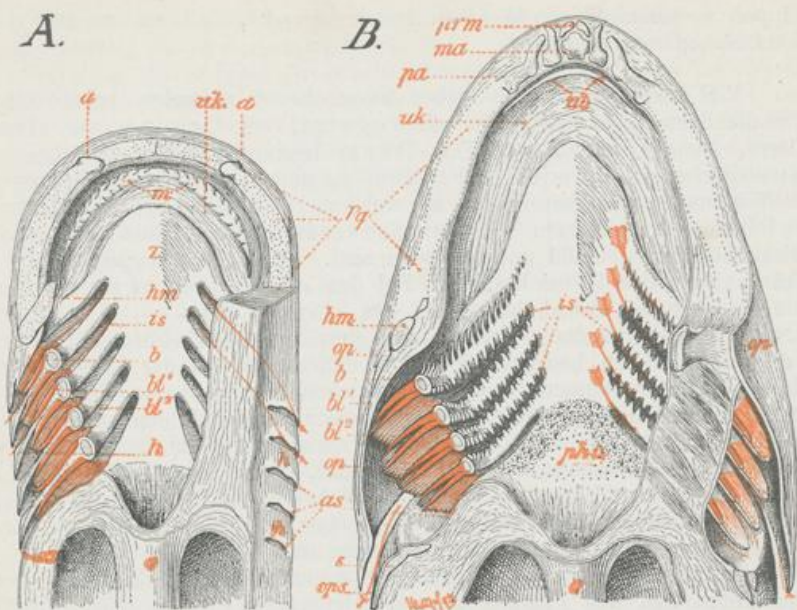


Fig. 515. Der Kiemendarm eines Haies (A) und eines Teleostiers (B) durch Entfernen des Schädels freigelegt, beidesmal auf der linken Seite die Kiemensregion horizontal durchschnitten. A *Zygaena malleus*, B *Gadus aeglefinus*. Pq Palatoquadratum, a vordere Befestigung am Schädel, uk Unterkiefer, m Mund, prm Praemaxillare, ma Maxillare, pa Palatinum, hm Hyomandibulare, is innere Kiemenspalten, as äußere Kiemenspalten, ops Kiemendeckelspalt, h Hautbrücken, b Kiemerbögen, bl¹ vordere, bl² hintere Kiemerblättchen, op Opercula, s Schultergürtel, z Zunge, phi Ossa pharyngea inferiora, o Ösophagus.

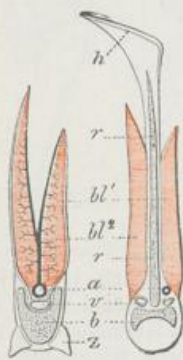


Fig. 516. Querschnitte durch Kiemerbögen und Kiemen von *Zygaena* (rechts) und *Gadus* (links), etwas vergrößert. b Kiemerbögen, z Zähne, a Arterie, v Vene, bl¹ vordere, bl² hintere Kiemerblättchen, n Knorpelradius, h Hautbrücke.

ganges, in dessen vorderer und hinterer Wand verlaufen. Mit Ausnahme des letzten trägt jeder Kiemerbogen, wie der Querschnitt (Fig. 515 A u. 516) zeigt, zwei Reihen Kiemerblättchen, welche verschiedenen Kiemenspalten angehören und, abgesehen von den Hautbrücken, noch weiterhin durch Gewebe (die knorpeligen Kiemerstrahlen) voneinander getrennt werden. Bei den Kammkiemen (B) fehlen die Hautbrücken, und auch das trennende Zwischengewebe fehlt je nach den Arten mehr oder minder vollständig; die Kiemerblättchen, die auf einem gemeinsamen Kiemerbogen sitzen, rücken daher zusammen; ihre Enden ragen wie Zinken eines zweireihigen Kammes (daher der Name) frei in das Wasser und würden bei dem Mangel schützender Hautbrücken und bei ihrer außerordentlichen Weichheit der Gefahr folgenswerer Verletzungen ausgesetzt sein, wenn sie nicht durch den Opercularapparat geschützt würden. Der Opercularapparat ist eine Hautfalte, die vom Zungenbeinbogen ausgeht und sich über die

Kiemensregion ausbreitet; sie wird von zweierlei Skelettstücken gestützt, den Opercula (Fig. 515 *O. So. Io Pro*), die am Hyomandibulare ansitzen, und den Radii branchiostegi (Fig. 511 *rbr*), die vom Hyoid entspringen und durch eine Haut, die Membrana branchiostega, verbunden sind. Zwischen dem freien Rand des Kiemendeckels und der Membrana branchiostega einerseits und der Hautoberfläche andererseits findet sich der Kiemendeckelspalt (Fig. 515 *B ops*), der mit den äußeren Kiemenspalten selbstverständlich nicht identisch ist, sondern in einen Vorraum führt, in den die Kiemenspalten münden. Dem Gesagten zufolge sind Opercularapparat und Kammkiemen Bildungen, die im ursächlichen Zusammenhang stehen und stets gleichzeitig vorkommen.

Bei manchen *Selachiern* und *Ganoiden* findet sich zwischen Palatoquadratum und Hyomandibulare eine rudimentäre erste Kiemenspalte, das Spritzloch. In demselben kann eine rudimentäre Kieme oder Pseudobranchie liegen, die öfters sogar fortbesteht, auch wenn das Spritzloch fehlt. — Die Fischkiemen entwickeln sich aus dem von der Haut stammenden Abschnitt des Kiemengangs, sie sind daher ectodermal und stimmen hierin vollkommen mit den inneren Kiemen der *Anuren*-Larven (S. 540) überein, von denen man sie lange als etwas prinzipiell Verschiedenes trennte. So ist es denn begreiflich, daß es gelegentlich auch bei den Fischen wie bei den *Amphibien* zur Ausbildung „büschelförmiger Hautkiemen“ kommt, indem einige Kiemenblätter über die Körperoberfläche hervorwuchern und sich zu kleinen Bäumchen verästeln (*Protopterus*, Larven von *Lepidosiren*, *Polypterus*).

Neben den Kiemen findet sich im Körper der Fische auch noch das Homologon der Lunge, die nur den *Haieu* und einigen *Knochenfischen* fehlende Schwimmblase. Sie ist ein öfters sanduhrförmig eingeschnürter, von Gasen prall gefüllter Sack mit einem Ausführgang, dem Ductus pneumaticus, welcher zum Ösophagus führt (*Physostomen*), bei vielen ausgebildeten Fischen freilich (*Physoclysten*) durch Rückbildung verloren gegangen ist. Die Schwimmblase ist selten (bei den *Dipneusten* und den *Ganoiden*: *Lepidosteus* und *Amia*) ein spezifisches Atmungsorgan, wohl aber ist sie ein Luftreservoir, in dem unter günstigen Verhältnissen Sauerstoff gespeichert wird, welcher unter ungünstigen Bedingungen zur Verwendung kommt; ferner ist sie ein Balanceorgan (daher ihre Verbindung mit dem Labyrinth bei *Clupeiden*, *Characinen* und *Cyprinoiden*); vor allem ist sie ein hydrostatischer Apparat: wird ihr Luftinhalt zusammengedrückt, so wird der Fisch spezifisch schwerer und sinkt in die Tiefe; umgekehrt steigt er beim Nachlassen des Druckes in die Höhe. Wird die Schwimmblase hierdurch dem Fische von Nutzen, so kann sie ihm auf der anderen Seite auch verderblich werden, wenn er aus großen Tiefen plötzlich in die Höhe gezogen wird. Dann kann das sich ausdehnende Gas nicht nur die Schwimmblase sprengen, sondern auch die Bauchdecken trommelartig auftreiben und sogar die Eingeweide zur Mundhöhle hervorpressen (Trommelsucht). Fische ohne Schwimmblasengang werden der Gefahr der Trommelsucht mehr ausgesetzt sein als Fische, bei denen der Schwimmblasengang wenigstens ein allmähliches Ausströmen der Luft gestattet.

Unmittelbar hinter der Kiemenregion liegt das Herz (Fig. 511) eingebettet in das Pericard und gegen Verletzung nach außen geschützt durch den von links nach rechts zusammenschließenden Schultergürtel.

Schwimm-
blase.

Herz.

Überall besteht es aus Kammer (*v*) und Vorkammer (*a*), welche durch zwei das Rückstauen des Blutes verhindernde Atrio-ventricular-Klappen voneinander getrennt werden; ferner gibt es durch den Arterienstiel das Blut an die Kiemen ab und empfängt dasselbe aus einem dünnwandigen Sack, dem Venensinus (*s*), in den die Cava inferior und die durch Vereinigung der Cardinal- und Jugularvenen entstandenen Ductus Cuvieri (Cavae superiores) münden. (Vergl. auch Fig. 64, S. 93, Fig. 518.) Dagegen ergeben sich Unterschiede in der Ausbildung zweier, für die Systematik der Fische sehr wichtiger Abschnitte, des Conus arteriosus (Bulbus cordis) und des Bulbus arteriosus. Conus und Bulbus schließen sich im allgemeinen in ihrem Vorkommen aus; beide sind muskulöse Hilfsorgane, von denen das erste aus dem Herzen, das zweite aus dem Arterienstiel hervorgeht; demgemäß besteht der Conus aus quergestreiften, der Bulbus aus glatten Muskelfasern. Das Ende des Herzens gegen die Arterie wird durch die Region der Semilunarklappen bezeichnet, welche ebenso wie die Atrioventricularklappen das Zurückstauen des Blutes verhindern. Hat sich diese Region unter Vermehrung der Klappenreihen verlängert und mit Muskeln bedeckt, so entsteht der Conus arteriosus (Fig. 517 *A k*), während der Bulbus arteriosus (Fig. 517 *C b*) eine muskulöse Anschwellung jenseits dieser Stelle im Verlauf des Arterienstiels ist. — Die Verbindung von Arterienstiel und Aorta descendens wird bei jungen Fischen durch direkt aufsteigende Kiemenarterien vermittelt (Fig. 518), später durch die komplizierten Nebenschließungen des Kiemenkreislaufs. Man kann dann zuführende Arterien, respiratorische Kiemenkapillaren und rückführende Venen unterscheiden, welche letztere

sich zur Aorta descendens vereinen (Fig. 64) und auch die großen Kopfarterien (Carotiden) abgeben.

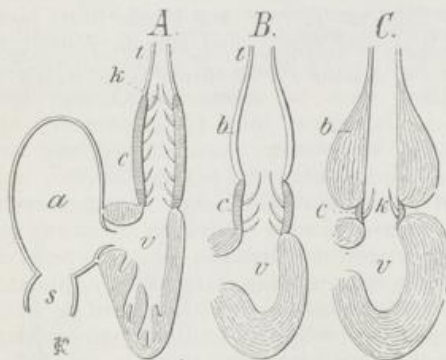


Fig. 517. Verschiedene Herzformen der Fische, im Sagittalschnitt halbschematisch dargestellt. *A* Herzform der Haie und der meisten Ganoiden, *B* von Amia, *C* eines Knochenfisches. *s* Venensinus, *a* Vorhof, *v* Kammer, *c* Conus arteriosus, *k* Klappen desselben, *t* Arterienstiel, *b* Bulbus arteriosus (nach Boas).

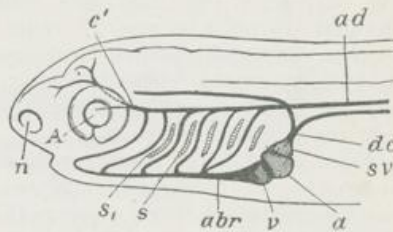
Urogenital-system.

Von allen vegetativen Organen finden sich nur die Nieren außerhalb der Leibeshöhle als zwei blutgefäßreiche, rotbraune Organe, welche links und rechts von der Wirbelsäule liegen und meist von der Herzgegend bis zum After reichen. Die Nierengänge münden hinter dem Darm oder in dessen Rückwand und sind öfters mit Ausweitungen versehen, die nach ihrer Function Harnblasen genannt werden, morphologisch sich aber durchaus von der vor dem Darm angebrachten Harnblase der höheren Wirbeltiere unterscheiden. In der Leibeshöhle liegen, an besonderen Aufhängebändern (Mesorchien, Mesovarien) befestigt, die voluminösen Geschlechtsdrüsen, welche bei der Mehrzahl paarig, selten unpaar sind. Ihre Produkte werden bei den Männchen der *Ganoiden* und allen *Selachiern* durch Abschnitte des Urogenitalsystems entleert, sonst durch Pori abdominales oder besondere Ausführwege. Die Eier

besitzen discoidale Furchung, mit Ausnahme der total und inäqual sich furchenden Eier der *Dipneusten* und *Ganoiden*.

Systematik. Cuvier teilte die Fische nach der Structur des Skeletts in *Knorpel-* und *Knochenfische*. Indessen hat es sich herausgestellt, daß durch diese Namen genügend nur zwei Extreme, die *Selachier* und *Teleostier*, unterschieden werden, daß zwischen diesen eine Gruppe

Fig. 518. Kopf eines Knochenfisch-embryos mit der Anlage des Gefäßsystems (Schema aus Gegenbaur). *dc* Ductus Cuvieri (aus Vereinigung von vorderen Jugular- und hinteren Cardinalvenen entstanden), *sv* Sinus venosus, *a* Vorhof, *v* Kammer des Herzens, *abr* aufsteigende Kiemenarterie mit davon abgehenden Arterienbögen, *ad* absteigende Aorta, *c'* Carotis (Kopfarterie), *s* Kiemenspalten, *n* Nasengrube, *A* Auge.



besteht, die, wie im Skelett, so auch im Bau der übrigen Organe die Mitte hält. Agassiz nannte die Mittelgruppe nach dem Bau ihrer Schuppen *Ganoiden*. Weitere Untersuchungen ergaben, daß dieses allerdings wichtige Merkmal nicht bei allen „*Ganoiden*“ zutrifft, und so blieb es Joh. Müller vorbehalten, die Gruppe auf breiter anatomischer Basis neu zu charakterisieren und neu zu umgrenzen; er reihte auch die *Dipneusten* der Fischklasse ein. Sehr oft werden *Ganoiden* und *Teleostier* als *Telostomen* (Fische mit endständiger Mundöffnung) vereinigt.

I. Ordnung. Elasmobranchier, Plagiostomen, Selachier.

Die Selachier — die haiartigen Fische genannt, da zu ihnen die gefürchteten Menschenhaie gehören — bilden eine fast ausschließlich marine Gruppe von ca. 0,5–20 m langen Fischen, die vorwiegend von anderen Wirbeltieren leben und sich durch große Gefräßigkeit und Raubgier auszeichnen. Bald schlank gebaut wie die *Haie* im engeren Sinne (Fig. 519), bald dorsoventral abgeplattet wie die *Rochen* (Fig. 520), stimmen sie in der allgemeinen Körperform insofern untereinander überein, als der Kopf sich nach vorn in einen schnabelartigen Fortsatz verlängert, der wie ein Wellenbrecher wirkt und in der Regel von einem Knorpelvorsprung des Schädels, dem Rostrum, gestützt wird (Fig. 510 R). Der Mund liegt unterhalb des Rostrum mehr oder minder weit vom vorderen Ende entfernt auf der ventralen Seite und ist eine quere Spalte, welche den Namen „*Plagiostomen*“ (*Quermäuler*) veranlaßt hat. Seine Lage bringt es mit sich, daß die Haie von unten an ihre Beute heranschwimmen und sich auf den Rücken werfen müssen, um mit den Zähnen fassen zu können. Der Schwanz trägt eine heterocerke Flosse oder ist in einen langen Faden ausgezogen. Die Haut ist meist festgepanzert von den dicht aneinander gefügten, rhombischen Placoidschuppen (Fig. 503, 4), die vielfach so fein sind, daß man die „chagrinartige“ Haut zum Polieren benutzen kann. Seltener sind größere Schuppen, die dann mit ihren Stacheln über die Körperoberfläche hervorragen und schon durch ihre Gestalt den Namen „Hautzähne“ rechtfertigen. Solche starke Stacheln finden sich namentlich am vorderen Rand der Rückenflossen (Ichthyodorulithen der Paläontologie). Das innere Skelett ist knorpelig, oft aber von einer dünnen, verkalkten Kruste überzogen. Auch kann

die Verkalkung in das Innere der Wirbelkörper eindringen und hier strahlige (astrospondyle) oder konzentrische (cyclospondyle) Figuren erzeugen. Da echte Knochen fehlen, haben die Selachier keine Oberkiefer, sondern kauen mit dem Palatoquadratum (Gaumenkauer, vergl. S. 513). Die den *Holocephalen* und den fossilen *Acanthoden* und *Pleuracanthiden* noch fehlenden amphicölen Wirbelkörper tragen außer den oberen Bögen und den sehr kleinen Rippen noch die Intercalaria (Fig. 510 *ic*). Die Zahl der Kiemenbögen und Kiemenspalten schwankt zwischen 5 und 7, wobei als erste Kiemenspalte die Spalte zwischen Zungenbeinbogen und erstem Kiemenbogen angesehen wird. Außerdem besitzen viele Selachier noch die rudimentäre Kiemenspalte zwischen Kieferbogen und Zungenbeinbogen, das Spritzloch, und darin die Pseudobranchie (Fig. 519 *Spl.*). Da mit Ausnahme der *Holocephalen* die äußeren Kiemenspalten durch Hautbrücken getrennt werden (bedeckte Kiemen, Elasmobranchien [Fig. 515, 516]), trägt der Zungenbeinbogen keinen Opercularapparat, wohl aber eine Reihe von Kiemenblättchen.

Aus der Anatomie der Eingeweide sind folgende Punkte zum Unterschied von anderen Fischen (Teleostiern) wichtig: 1. Das Herz (Fig. 517 *A*) hat einen langen Conus arteriosus mit mehreren Klappenreihen übereinander, dagegen fehlt der Bulbus. 2. Der Darm (Fig. 514 *A*) besitzt eine Spiralklappe, dagegen weder Appendices pyloricae noch eine Schwimmblase. 3. Die Entleerung der Geschlechtsorgane erfolgt bei *Laemargus* durch Pori abdominales, sonst durch das Nierensystem. Die Eier gelangen durch Platzen der Follikel aus dem ab und zu nur einseitig entwickelten Ovarium in die Leibeshöhle und von da durch die unpaare Tube und die stets paarigen Müllerschen Gänge nach außen. Die Spermatozoen dagegen benutzen den vorderen, meist mit einem besonderen Ausführgang versehenen Abschnitt der Niere. Geschlechts- und Harnwege münden von rückwärts in die Kloake.

Die männlichen *Selachier* unterscheiden sich äußerlich von den Weibchen dadurch, daß einige Radien der Bauchflossen gewaltig vergrößert und zu einem Begattungsorgane (Myxipterygium) ausgebildet sind (Fig. 520 *c*). Die großen dotterreichen Eier werden schon in den Eileitern befruchtet und entwickeln sich meist in uterusartigen Erweiterungen derselben. Die Embryonen, deren Kiemenblättchen sich wie bei manchen Knochenfischlarven (*Gymnarchus*, *Heterotis*) zu langen, aus den Spalten vorragenden Büscheln verlängern (Fig. 501 *k*), ernähren sich vom Inhalt des Dottersacks; nur bei *Mustelus* und *Carcharias* kommt es, was schon Aristoteles wußte, aber erst im vorigen Jahrhundert J. Müller neu bestätigt hat, zur Bildung einer Placenta, welche sich von der Placenta der *Säugetiere* dadurch unterscheidet, daß die Gefäße, welche in die Wand des Uterus eindringen und vielleicht Nahrung aus dem Blut der Mutter saugen, vom Dottersack, nicht wie bei den Säugetieren von der Allantois geliefert werden. Außer viviparen Selachiern gibt es auch ovovivipare; bei diesen werden die Eidotter ähnlich wie bei Vögeln von einer Eiweißhülle und einer Schale umgeben, nur daß letztere eine hornige Beschaffenheit hat, meist in 4 Ecken ausgezogen und oft mit Fäden zur Befestigung an Wasserpflanzen, Steinen etc. versehen ist.

I. Unterordnung. *Squaliden*. Die Squaliden (Fig. 519) haben einen drehrunden, schlanken Körper mit freibeweglichen Brustflossen und deutlich heterocercer Schwanzflosse und sind dementsprechend gewandte

Schwimmer, die ihre große Schnelligkeit und Körperkraft benutzen, um andere Wirbeltiere, vor allem Knochenfische und Walfische, zu erjagen. Palatoquadrat und Mandibulare sind zu diesem Zweck mit vielen großen, zugespitzten Zähnen mit messerscharfen oder gesägten Kanten ausgerüstet. Auf der Kante des Kieferbogens stehen die größten Zähne; dahinter folgen revolverartig viele Reihen allmählich kleiner werdender Ersatzzähne. Selten sind die Zähne stumpf und nur geeignet, Molluskenschalen zu zertrümmern. Die Kiemenspalten liegen seitlich.

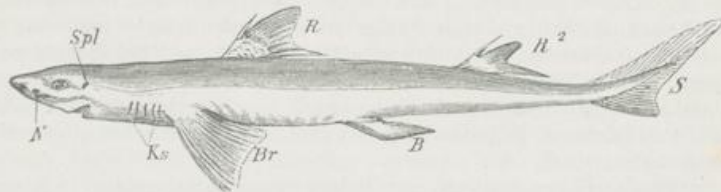


Fig. 519. *Acanthias vulgaris* (nach Claus). *N* Nase, *Spl* Spritzloch, *R* vordere Rückenflosse mit Stacheln, *R*² hintere Rückenflosse, *S* heterocerke Schwanzflosse, *A* Kiemenpalten, *Br* Brustflosse, *B* Bauchflosse.

Je nachdem sich 1 oder 2 Rückenflossen vorfinden, am Auge eine Nickhaut und hinter dem Kieferbogen ein Spritzloch vorhanden ist, werden zahlreiche Familien unterschieden. Besondere Erwähnung verdienen: 1. *Carchariden* (wegen der Nickhaut auch die *Nictitantes* genannt), die berühmtesten 4—5 m langen Menschenhaie, deren verbreitetste Art der *Carcharias glaucus* Rond. ist; nahe verwandt der Hammerhai, *Zygæna malleus* Risso. 2. *Lamniden*, Riesenhaie, welche in der nordischen *Selache maxima* Cuv. die Länge von 10 m, in dem tropischen *Carcharodon Rondeleti* M. H. die Länge von 13 m erreichen. 3. *Rhinodontiden*, wahrscheinlich pflanzenfressend, *Rh. typicus* Smith, 15—20 m lang. 4. *Notidaniden* mit 6—7 Kiemenpalten, *Hexanchus griseus* Cuv., *Heptanchus cinereus* Cuv., der aalartige *Chlamydoselache anguineus* Garman mit endständiger Mundöffnung. 5. *Spinaciden*, Dornhaie, *Acanthias vulgaris* Risso (Fig. 519), der verbreitetste Hai. 6. *Squatiden*, welche durch Verlängerung der Vorderflossen nach dem Rostrum hin den Übergang zu den Rochen bilden. *Squatina angelus* L.

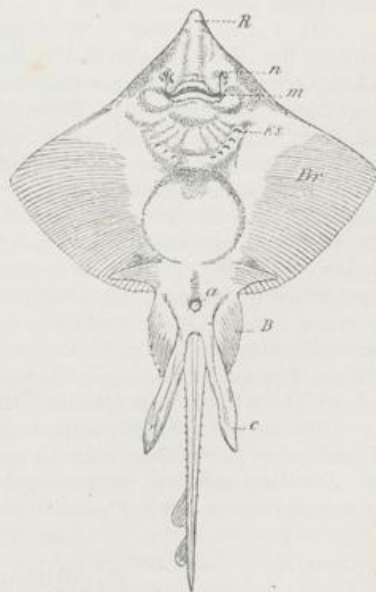


Fig. 520. Männchen von *Raja batia* von der Bauchseite (nach Möbius und Heincke). *R* Rostrum, *n* Nasengrube, durch eine Rinne mit dem Mund (*m*) verbunden, *ks* Kiemenpalten, *a* After, *Br* Brustflosse, *B* Bauchflosse, *c* abgelöster Teil derselben, zur Begattung dienend: Myxipterygium.

II. Unterordnung. *Rajiden*, *Rochen*. Bei den Rochen (Fig. 520) ist der Körper selbst schon dorsoventral abgeplattet und daher blattartig,

außerdem aber noch dadurch seitlich verbreitert, daß die Brustflossen sich halbmondförmig nach vorn und hinten ausgedehnt haben und mit dem Körper verschmolzen sind. Die vorderen Reihen der knorpeligen Flossenstützen reichen meist bis an oder vor das Rostrum, mit welchem sie oft verbunden sind, die hinteren häufig bis an den Beckengürtel. Da somit die gewaltigen Brustflossen (*Br*) ganz wie Seitenteile der rhombischen Körperscheibe aussehen, scheinen sie bei oberflächlicher Untersuchung zu fehlen. Die Tiere schwimmen durch undulierende Bewegungen der Brustflossen, liegen aber meist ruhig mit der Bauchseite auf dem Boden. Bauch und Rücken sind daher durch Farbe unterschieden, außerdem dadurch, daß auf dem Rücken Augen und Spritzlöcher liegen, auf der Bauchseite dagegen Mund, Nasenöffnungen und Kiemenspalten. Schwanzflosse und Afterflosse rudimentär oder ganz zurückgebildet. Die Zähne sind meist Mahlzähne und dienen besonders zum Zertrümmern von Molluskenschalen.

1. *Pristiden* (*Squatinorajiden*) haben zwar ventral gelagerte Kiemenspalten, sonst aber noch die Körpergestalt, Lebensweise und die freien Brustflossen der Haie. Die zum Teil viele Meter langen Tiere haben ihren deutschen Namen „Sägefische“ von der bis zu 2 m langen Säge, dem verlängerten, mit eingekeilten Zähnen versehenen Rostrum. *Pristis antiquorum* Lath. 2. *Rajiden*, Rochen im engeren Sinne, sind die typischen Vertreter der Abteilung. *Raja clavata* L., Nagelrochen, Schwanz mit zahlreichen, stark entwickelten Hautzähnen. *Raja batis* L. (Fig. 520). 3. *Torpediniden*, Zitterrochen, Rochen mit nackter Haut, ausgerüstet mit einem elektrischen Organ. Dasselbe liegt jederseits zwischen den Visceralbögen und dem Extremitätenskelett als ein nierenförmiger Körper, gebildet von zahlreichen, dorsoventral aufsteigenden Säulchen. *Torpedo marmorata* Risso.

III. Unterordnung. *Holocephalen*. Von den typischen Selachiern weichen die Holocephalen oder Meerkatzen in drei Punkten ab. Das Palatoquadratum, welches wenige meißelartige Zähne trägt, ist in der bei *Amphibien* vorkommenden Weise mit dem Schädel untrennbar verwachsen und dient an Stelle des Hyomandibulare als Kieferstiel (Autostylie). Zweitens hat sich als erste Anlage eines Opercularapparats eine zarte Hautfalte vom Zungenbeinbogen aus entwickelt und über die Kiemenspalten hinübergelegt; infolgedessen sind die Kiemenspalten verdeckt und äußerlich nur ein Kiemendeckelspalt sichtbar; ferner sind die Kiemen zu Kammkiemen geworden. Drittens sind die amphicoelen Wirbel durch ringförmige Verkalkungen der Chordascheide ersetzt. Placoidschuppen sind nur in spärlicher Zahl, besonders bei jungen Tieren vorhanden. Der bekannteste Repräsentant, *Chimaera monstrosa* L., verdient den Speciesnamen vermöge des auffallend großen Kopfes, von dem aus der Körper sich allmählich in einen feinen Schwanzfaden verjüngt.

Zu den Selachiern werden die paläozoischen *Pleuracanthiden* und *Acanthoden* gerechnet; beide Gruppen besaßen noch keinen Wirbelkörper. Die *Pleuracanthiden* waren diphycker und werden wegen dieses primitiven Charakters auch *Proselachier* genannt.

II. Ordnung. Ganoiden.

Die Ganoiden bilden eine Übergangsgruppe, in welcher Charaktere der *Selachier* und *Teleostier* in merkwürdiger Weise gemischt sind. Der Darm besitzt die Spiralklappe der *Haie*, außerdem aber eine

Schwimmlase mit Schwimmlasengang und die Appendices pyloricae der *Teleostier*. Selachierähnlich ist das Herz, insofern es einen mit vielen Klappenreihen ausgerüsteten Conus arteriosus hat (Fig. 517 A und B), während die Respirationsorgane wieder an die *Teleostier* erinnern. Die 5 Kiemenbogen tragen mit Ausnahme des letzten Kiemen, welche echte, von dem Opercularapparat des Zungenbeins geschützte Kammkiemen sind. Mit der Bildung des Opercularapparates hat der Zungenbeinbogen seine respiratorische Function noch nicht überall verloren, indem er bei *Stören* und *Lepidosteus* eine „Kiemen-deckelkieme“ trägt; bei *Stören* findet sich auch noch das Spritzloch nebst Pseudobranchie, bei *Polypterus* nur das Spritzloch. — Das Skelett ist in gewissen Teilen stets verknöchert: große Belegknochen liegen auf dem Schultergürtel, auf der Decke und an der Basis des Schädels (Parasphenoid!); auch die Hornfäden der Flossen sind in knöcherne Flossenstrahlen verwandelt. Im übrigen schwankt das Skelett zwischen zwei Extremen, einerseits äußerst primitiver, knorpeliger Beschaffenheit und völliger Persistenz der Chorda, andererseits ganz außergewöhnlichen Graden der Verknöcherung (opisthocöle Wirbel von *Lepidosteus*). Für den Systematiker wäre es wichtig, Merkmale ausfindig zu machen, welche nur den Ganoiden zukommen und zugleich für sämtliche Arten gelten. Für die von Agassiz betonten Ganoidschuppen (Fig. 509, 3) trifft diese Voraussetzung nicht zu, da die *Störe* vollkommen ganoinfreie Knochenplatten, die *Löffelstöre* überhaupt kein Hautskelett oder nur minimale Verknöcherungen haben. Viele lebende Ganoiden und auch die meisten fossilen besitzen Fulcra, Knochenplättchen mit gegabelten Enden, die dachziegelartig in einer Reihe hintereinander den Vorderrand der Flossen decken und ihm größere Festigkeit verleihen (Fig. 10 B); dieselben sind aber bei *Crossopterygier* (*Polypterus*) und *Amia* nicht vorhanden.

Die wenigen recenten Ganoiden zerfallen in zwei scharf unterschiedene Gruppen, von denen die eine den *Selachiern*, die andere den *Teleostiern* näher steht. Nach der Beschaffenheit des Skeletts hat sie J. Müller als *Knorpelganoiden* und *Knochenganoiden* gegenübergestellt. Da unter den fossilen Formen Verwandte der Knochenganoiden mit gänzlich unverknöcherter Wirbelsäule vorkommen, hat sich die Wahl der Namen als unzumutbar herausgestellt; der Gegensatz beider Gruppen muß jedoch nach wie vor aufrecht erhalten werden.

I. Unterordnung. *Chondrostei*, Knorpelganoiden. Die Knorpelganoiden gleichen äußerlich den Haien durch die heterocerke Schwanzflosse, Anwesenheit des Spritzlochs, die Verlängerung des Schädels zum Rostrum und die dadurch bedingte ventrale Lage des Mundes (Fig. 521): in der inneren Anatomie sind sie ihnen ähnlich durch die starke Entwicklung des Knorpelcraniums und (mit Ausnahme der Löffelstöre) durch den Mangel der Oberkieferreihe; sie kauen mit den median verwachsenen zahnlosen Palatoquadrata wie die *Selachier*. In der Beschaffenheit der Wirbelsäule sind sie sogar noch ursprünglicher als die meisten Selachier, da die Wirbelkörper fehlen und die allerdings oft verknöchernden oberen und unteren Bögen, ebenso wie die reichlich entwickelten Intercalaria direkt der mit einer dicken Scheide versehenen Chorda aufsitzen (Fig. 476). 1. *Acipenseriden*, Störe, mit starker Panzerung der Haut. *Acipenser sturio* L., Stör, *A. huso* L., Hausen (Schwimmlase liefert den Hausenleim, die Eier den besten Astrachankaviar), *A. ruthenus* L., Sterlet.

2. *Spatulariden*, Löffelstöre, mit nackter Haut oder winzigen sternförmigen Verknöcherungen, spatelförmigem, langem Rostrum, mit bezahntem Oberkiefer vor dem Palatoquadratum, *Polyodon folium* Lacep. — Die früher den Stören angeschlossenen silurischen und devonischen *Pteraspiden* und *Cephalaspiden* werden als *Placodermen* zu einer besonderen Ordnung zusammengefaßt.

II. Unterordnung. *Euganoiden* (*Holostei*). Die *Euganoiden* ähneln den Knochenfischen vermöge der endständigen Mundöffnung und des Mangels des Rostrum und werden mit ihnen daher oft als „*Telostomen*“ vereint; dies läßt sich rechtfertigen, da auch sonst die Ähnlichkeit mit Knochenfischen überwiegt: daß der Schädel verknöchert ist, daß Oberkiefer und Zwischenkiefer vorhanden (Kieferkauer), die Palatoquadrata zurückgedrängt und durch die Schädelbasis voneinander getrennt sind. Der Körper ist bedeckt von Cycloidschuppen oder typischen, rhombischen Ganoidschuppen, deren schön irisierende Ganoinschicht sehr gut auch an den Versteinerungen zu erkennen ist. Die lebenden Formen haben sämtlich eine stark verknöcherte Wirbelsäule und eine diphycerke (Fig. 10 A) oder homocerke (Fig. 10 C) Schwanzflosse, während bei den fossilen Euganoiden ausgedehnte Persistenz der Chorda und Heterocerkie sehr häufig sind.

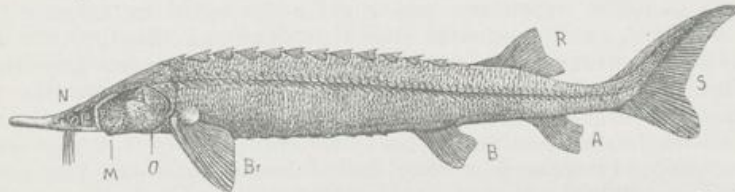


Fig. 521. *Acipenser ruthenus* (nach Heckel und Kner). N Nase, M Mund, O Operculum mit Kiemendeckelspalt, Br Brust, B Bauch, R Rücken-, A After-, S Schwanzflosse.

1. Tribus. *Polypteriden*, Flösselhechte, Schuppen rhombisch; anstatt der Radii branchiostegi breite Kehlplatten; ein weites Spritzloch ohne Pseudobranchie vorhanden; die paarigen Flossen bestehen aus einer beschuppten Achse und scheinbar fiederig ansitzenden Flossenstrahlen (*Archipterygium biserialis*). *Polypterus bichir* Geoffr. im Nil, diphycerk, Larve mit 1 Paar äußerer Kiemen. Nahe verwandt die paläozoischen und mesozoischen, teils diphycerken, teils heterocerken *Crossopterygier*. 2. Tribus. *Lepidosteiden*, Schuppen ebenfalls rhombisch, Radii branchiostegi vorhanden, ebenso Pseudobranchien, aber keine Spritzlöcher. *Lepidosteus osseus* L. (Nordamerika). Nahe verwandt sind zahlreiche mesozoische Formen. 3. Tribus. *Amiaden*, leiten zu Teleostiern über, indem die Schuppen echte Cycloidschuppen sind, der Conus arteriosus des Herzens rudimentär, der Bulbus in Entwicklung begriffen ist (Fig. 517 B). *Amia calva* Bonap. Amerika. Nahe verwandt sind viele fossile, besonders jurassische Fische mit zum Teil unvollkommen verknöchelter Wirbelsäule. — Zu den Euganoiden sind ferner noch zahlreiche fossile Formen zu rechnen, die den *Lepidosteiden* und *Polypteriden* näher stehen als den *Amiaden*, wie z. B. die meist paläozoischen *Heterocerken*.

III. Ordnung. Teleostier, Knochenfische.

Die Teleostier verdanken ihren Namen der starken Verknöcherung des Skeletts, welche in der Rumpfregeion zur Bildung knöcherner

amphicöler, mit kräftigen Rippen ausgestatteter Wirbel führt und dem Schädel samt seinem Visceralskelett die früher schon besprochene, komplizierte Zusammensetzung aus zahlreichen, primären und sekundären Knochen verleiht (Fig. 511). Die Teleostier haben wie die Knochenganoiden Ober- und Zwischenkiefer (Kieferkauer); dieselben sind häufig nicht bezahnt, da auch andere Knochen der Mundhöhle, die Palatinreihe, das Zungenbein, die Kiemenbögen, Ossa pharyngea superiora und inferiora (bei *Cyprinoiden* letztere allein), der Vomer, selten auch das Parasphenoid Zähne tragen können. — Die Verknöcherung führt ferner häufig zur Bildung von Gräten, meist gegabelter, oberhalb der Rippen in den Lig. intermuscularia liegender, knöcherner Fäden, welche sich durch ihre Gestalt sowie dadurch, daß sie nie knorpelig präformiert sind, von den Rippen unterscheiden. Endlich verknöchern auch beide Teile des Flossenskeletts, wobei die knorpelig präformierten Flossenstützen, „die Carpalia bezw. Tarsalia“, sehr klein bleiben, während die den Hornfäden entsprechenden „Strahlen“ fast die ganze Breite der Flosse einnehmen. Die Strahlen sind — das ist systematisch wichtig — entweder weich und biegsam (Weichstrahler, *Malacopteren*) oder hart und stachelartig (*Acanthopteren*); im ersteren Fall (Fig. 522 *Br*, *A*,

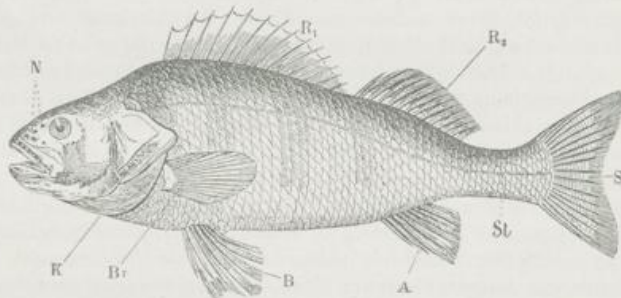


Fig. 522. *Perca fluviatilis* (aus Leunis-Ludwig). *N* vordere und hintere Nasenöffnung, *K* Kiemendeckel, *Br* Brustflossen, *B* Bauchflossen, *A* After-, *R* Schwanz-, *R*₁ zweite Rückenflosse, (vorwiegend mit weichen Flossenstrahlen), *R*₂ erste Rückenflosse (Stachelflosse), *St* Seitenlinie.

B, *R*₂) bestehen sie aus zahlreichen hintereinander gereihten Knochenstückchen; im letzteren Fall sind die Knochenstückchen eines Strahls zu einem einzigen, festen Stachel verwachsen (*R*₁), welcher — ab und zu durch giftige Drüsen unterstützt (*Scorpaena*, *Amphacanthus* etc.) — ein wichtiges Verteidigungsmittel ist. — Die Schwanzflosse ist in der Regel homocerk; die Diphyckie der *Aale*, *Quappen* u. a. ist wohl sekundär erworben. Das Hautskelett besteht aus Cycloid- oder Ctenoidschuppen (Fig. 509, 1 u. 2), seltener aus Stacheln oder ausgedehnten Knochenplatten, welche bei *Panzerwelsen* echte Hautzähne tragen; ausnahmsweise (*Silurus glanis*, *Cottus gobio*) fehlt jegliches Hautskelett.

Der Zungenbeinbogen trägt stets die Membrana branchiostega und den Kiemendeckel, dagegen keine Kiemendeckelkieme oder nur Rudimente derselben. Die funktionierenden Kiemen, echte Kammkiemen, sind auf die 4 ersten Kiemenbögen beschränkt und sind demnach jederseits 4 Doppelreihen, wenn nicht eine weitere Reduction auf 3½, 2 oder 2½ Doppelreihen eingetreten ist. Meist findet sich die Pseudobranchie, nie-

mals dagegen das Spritzloch. Anstatt des Conus arteriosus des Herzens (bei *Butirinus* vorhanden) findet sich der Bulbus arteriosus der Aorta; eine Spiralklappe ist im Darm nicht nachweisbar, dagegen häufig App. pyloricae. Bei den meisten Teleostiern existiert eine Schwimmblase, während der Schwimmblasengang häufig fehlt.

Von allen Wirbeltieren — mit Ausnahme des *Amphioxus*, der *Cyclostomen* und vielleicht auch einiger *Ganoiden* — unterscheiden sich die *Teleostier* dadurch, daß die Geschlechtsprodukte keinen Teil der Niere benutzen, um nach außen zu gelangen. Entweder werden sie (Eier der *Salmoniden*) durch die Pori abdominales entleert oder durch besondere, sackartige Kanäle, die nichts anderes als abgekapselte Teile der Leibeshöhle sind. Eine Begattung findet nur bei einigen wenigen lebendig gebärenden Arten (*Zoarcus viviparus*, *Anableps*) statt. Die Regel ist vielmehr, daß Männchen und Weibchen zur Laichzeit, während deren sie oft besonders lebhaft Farben, manche auch merkwürdige Hautauswüchse (Perlorgane) erhalten, zusammen schwimmen und es dadurch ermöglichen, daß die Geschlechtsprodukte gleich nach der Entleerung im Wasser zusammentreffen. So erklären sich die kolossalen Schwärme, in denen manche Fische, wie *Heringe* und *Thunfische*, alljährlich zu bestimmten Zeiten ihre Laichplätze aufsuchen. Diese Verhältnisse sind ferner der Grund, weshalb bei fast allen Knochenfischen die künstliche Befruchtung so leicht gelingt. Durch vorsichtiges Drücken und Streichen der Bauchdecken des Weibchens von vorn nach hinten entleert man in eine Schüssel die Eier, breitet über dieselben den aus dem Männchen in analoger Weise gewonnenen Samen vorsichtig aus und mischt beide durch schonendes Umrühren unter Wasserzusatz. Die befruchteten Eier werden in besondere Brutkästen in durchfließendes Wasser gebracht und täglich die etwa sterbenden ausgesucht und entfernt. Wenn die jungen Fischchen aus den Eihüllen ausschlüpfen, haben sie einen ansehnlichen Dottersack; bevor die letzten Reste des eingeschlossenen Dotters aufgebraucht sind, müssen sie in Brutteiche ausgesetzt und gefüttert werden.

Die Sorge für die junge Brut übernehmen in seltenen Fällen die Fische selbst, und zwar merkwürdigerweise meistens die Männchen. Die männlichen *Stichlinge* und *Macropoden* z. B. bauen Nester, in welche die Weibchen die Eier ablegen, und verteidigen die Eier gegen alle Angriffe; die Männchen der *Lophobranchier* (Fig. 523, *Seepferdchen* und *Seenadeln*) haben zur Aufnahme der Eier eine Tasche auf der Bauchseite, aus der die junge Brut nach beendeter Embryonalentwicklung ausschlüpft. — Eine Metamorphose kennt man von den aalartigen Fischen, deren Larven früher als besondere Arten, *Leptocephaliden*, beschrieben wurden. Die *Leptocephaliden* sind durchsichtige Fischchen mit farblosem Blut, mächtigem Schwanz und äußerst kleinem Rumpf; sie leben normalerweise am Grunde des Meeres 500 m tief. Unser Flußaal wandert, um sich fortzupflanzen, ins Meer und bekommt die für Tiefseefische charakteristischen riesigen Augen. Seine Larven (*L. brevirostris*) kehren nach beendigter Metamorphose in großen Schwärmen (Montée) in die Flüsse zurück. Die Männchen steigen im allgemeinen nicht weit in die Flußläufe auf und erwarten die Weibchen nahe den Mündungen.

Systematik. Da ungefähr dreißigmal so viel Arten von Knochenfischen existieren, als Selachier und Ganoiden zusammengenommen, ist ihre Einteilung verwickelter. Die Gruppierung nach dem Bau der Schuppen hat sich als unausführbar erwiesen, da Cycloid- und Ctenoidschuppen bei

nahe verwandten Fischen, selbst bei gewissen Arten in einem und demselben Tiere vorkommen. Man muß überhaupt mehrere Merkmale zugleich berücksichtigen: ob ein Schwimmblasengang vorhanden ist (*Physostomen*) oder fehlt (*Physocysten*), ob die Flossen weiche oder harte Strahlen haben (*Malacopteren* und *Acanthopteren*), ob die Bauchflossen abdominal (*P. abdominales*) oder thoracal (*P. thoracici*) oder jugular (*P. jugulares*) liegen. Dazu kommen Besonderheiten der Kiefer, der Kiemen und der Ossa pharyngea inferiora.

I. Unterordnung. *Physostomen*. Das wichtigste, im Namen ausgedrückte Merkmal der Gruppe, die Anwesenheit des Schwimmblasenganges, ist nur durch Präparation festzustellen; vielfach läßt es im Stich, wenn die Schwimmblase wie bei *Symbranchus*, einem aalartigen Fisch, rückgebildet ist. Daher ist es für die Systematik von Wert, daß sich zwei äußerlich leicht wahrnehmbare Charaktere hinzugesellen: abdominale Lage der Bauchflossen und weiche, gegliederte Beschaffenheit aller oder fast sämtlicher Flossenstrahlen. Die Physostomen verdienen besondere Beachtung, weil mehr als zwei Drittel aller eßbaren Fische, namentlich fast alle Süßwasserfische, hierher gehören.

Die bekanntesten Süßwasserfamilien sind: 1. die *Cyprinoiden*, *C. carpio* L., Karpfen, *Barbus fluviatilis* Ag., Barbe, *Carassius vulgaris* Nilss., Karausche, *C. auratus* L., Goldfisch, *Tinca vulgaris* Cuv., Schleie, *Abramis brama* L., Brachsen, ferner zahlreiche Weißfische. 2. *Esociden*; *Esox lucius* L., Hecht. 3. *Salmoniden* oder Edelfische, leicht kenntlich an der Fettflosse, einem dorsalen, von Fett erfüllten Hautlappen ohne Knochenstrahlen: *Salmo salvelinus* L., Saibling, *S. hucho* L., Huchen, *Trutta salar* L., Lachs (zur Fortpflanzung in die Flüsse aufsteigend, sonst im Meer), *Trutta fario* L., Forelle, *Coregonus Wartmanni* Bl., Renke, *C. hiemalis* Jur., Kilch, *C. maraena* Bl., *Thymallus vulgaris* Nils., Äsche. 4. *Siluroiden*, Welse: *Silurus glanis* L., der größte Süßwasserteleostier Europas, Wels oder Waller. *Malapterurus electricus* L., Zitterwels im Nil, mit mächtigem, elektrischem Organ; tropische Formen sind die mit Knochenplatten und Hautzähnen bedeckten Panzerwelse. 5. *Clupeiden*, grätenreiche, marine Fische: *Clupea harengus* L., Hering, *Clupea sprattus* L., Sprotte. *Alosa vulgaris* C. V., Maifisch, in die Flüsse zur Fortpflanzung aufsteigend. *Alosa pilchardus* Bl., Sardine. Durch Rückbildung der Bauchflossen und schlangenartige Gestalt zeichnen sich aus die *Apodes*: *Anguilla vulgaris* L., Aal, *Gymnotus electricus* L., Zitteraal in Südamerika, mit großem, elektrischem Organ im Schwanz.

II. Unterordnung. *Anacanthinen*. Die Anacanthinen sind ebenfalls Weichflosser, haben aber keinen Schwimmblasengang (*Physocysten*); ihre Bauchflossen liegen vor den Brustflossen an der Kehle (*P. jugulares*). Mit wenigen Ausnahmen (*Lota vulgaris* L., Quappe) sind die Anacanthinen marin. Volkswirtschaftlich sind am wichtigsten: 1. die *Gadiden*: *Gadus morrhua* L., Dorsch oder Kabeljau, gesalzen Laberdan, getrocknet Stockfisch; die Leber liefert den Leberthran. *G. aeglefinus* L., Schellfisch. 2. Von links nach rechts stark abgeplattet sind die *Pleuronectiden*. Die in der Jugend symmetrischen Fische werden asymmetrisch, weil sie entweder mit der linken oder rechten Seite des blattförmigen Körpers auf dem Boden liegen. Die aufwärts gewandte Seite wird dunkler gefärbt; auf sie rückt auch das Auge der unteren helleren Seite hintüber. *Pleuronectes platessa* L., Scholle. *Pl. flesus* L., Flunder. *Rhombus maximus* L., Steinbutt. *Hippoglossus vulgaris* Flem., Heilbutt. *Solea vulgaris* Quensel, Seezunge. Rückgebildete Bauchflossen

haben die *Ophididen*: *Fierasfer acus* Kaup, kriecht in die Kloake von Holothuriern.

III. Unterordnung. *Pharyngognathen*. Bei vielen Fischen, sowohl bei Weichflossern wie Hartflossern, verwachsen die *Ossa pharyngea inferiora*, d. h. die letzten rudimentären Kiemenbögen zu einem unpaaren Stück. — Weichflosser mit bauchständigen Bauchflossen sind die *Scomberesociden*, zu denen ein Teil der „fliegenden“ Fische gehört. *Exocoetus exilis* L. Die Tiere fliegen nicht, sondern steigen wahrscheinlich gegen den Wind mit ihren mächtigen, ausgebreiteten Brustflossen wie Papierdrachen auf. — Hartflosser mit kehlständigen Bauchflossen sind die mit den Papageien an Buntheit rivalisierenden Lippfische, *Labriden*. *Crenilabrus pavo* Brunn.

IV. Unterordnung. *Acanthopteren*. Die an Artenzahl umfangreichste Gruppe der Fische, die Unterordnung der Acanthopteren, gehört zu den Fischen ohne Schwimmblasengang; sie haben meist brustständige Bauchflossen. Das wichtigste Merkmal, der Stachelcharakter der Flossenstrahlen, betrifft nie sämtliche Flossenstrahlen; es genügt, daß mehr als drei Strahlen der Rücken-, After- und Bauchflosse stachelartig sind. Unter den wenigen Süßwasseracanthopteren sind am bekanntesten die *Perciden*: *Perca fluviatilis* L. (Fig. 522), der Barsch; *Lucioperca Sandra* Cuv., Zander, Amsal; *Gasterosteus aculeatus* L., der durch den Nestbau des Männchens bekannte Stichling. Den Perciden stehen sehr nahe die Seebarsche, *Serraniden*: *Serranus scriba* L., stets, andere Arten mehr oder minder häufig hermaphrodit. Die *Scomberiden* sind die wichtigsten Eßfische der Gruppe: *Scomber scombrus* L., die Makrele, *Thynnus vulgaris* Cuv. Val., der Thunfisch, der zur Laichzeit ähnlich

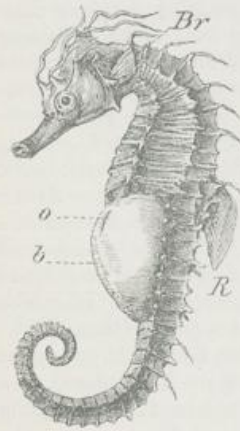


Fig. 523. *Hippocampus antiquorum*, Männchen (aus Schmarda). *b* Bruttasche, *o* Mündung derselben, *Br* Brustflosse, *R* Rückenflosse.

den Heringen in mächtigen Scharen an die Küste zu seinen Laichplätzen wandert, verfolgt von dem nahe verwandten *Xiphias gladius* L., dem Schwertfisch. Zu den *Blenniiden* gehört der lebendig gebärende *Zoarces viviparus* Cuv. Weitere Familien sind: *Trigliden*, Panzerwangen: *Trigla gunardus* L., *Dactylopterus volitans* L., ebenfalls ein fliegender Fisch: *Pediculaten*: *Lophius piscatorius* L., die schön gefärbten *Squamipennes* etc.

V. Unterordnung. *Plectognathen*. Eine kleine Gruppe höchst eigentümlicher, gedrungener Fische ist daran zu erkennen, daß die Oberkiefer mit dem Schädel verwachsen. Einige derselben sind mit parkettartig zusammengefügtten Knochenplatten gepanzert, *Sclerodermen*: *Ostracion quadricornis* L., Kofferrisch, *Balistes capriscus* Gmel., andere sind mit langen Stacheln bewehrt; *Gymnodonten*: *Diodon hystrix* L., Igelfisch, mit einem weiten Kehlsack, der, mit Luft gefüllt, den Fischen zum Schwimmen dient. Das Fleisch einiger Arten ist giftig.

VI. Unterordnung. *Lophobranchier*. Der gemeinsame Charakter dieser kleinen Gruppe mariner, in Bau und Lebensweise (Brutpflege des Männchens) sehr übereinstimmender Tiere ist in der Beschaffenheit der Kiemen gegeben, deren Blättchen zu blumenkohlartigen Köpfen einge-

schrumpft sind. Durch den wie ein Pferdekopf aussehenden Kopf und einen langen, beweglichen Schwanz, mit dem sie sich um Wasserpflanzen festranken, sind ausgezeichnet die *Hippocampiden*: *Hippocampus antiquorum* L., Seepferdchen (Fig. 523), durch langgestreckten Körper die *Syngnathiden*: *Syngnathus acus* L., die Seenadel.

IV. Ordnung. Dipneusten, Lurchfische.

Die Dipneusten haben noch die Gestalt echter Fische (Fig. 524), sie sind wie Fische beschuppt und besitzen paarige Flossen, welche von einem einfach oder doppelt gefiederten Archipterygium gestützt werden. Ein einheitlicher, nicht in Rücken-, Schwanz- und Afterflosse gesonderter diphycker Kamm umgibt den Rücken und das hintere Ende des Körpers. Der Schädel verwächst mit dem Palatoquadratum (Autostylie); er besteht wie auch das übrige Skelett vorwiegend aus Knorpel. Die Chorda dorsalis erhält sich in großer Ausdehnung. Gewöhnlich leben die Tiere im Wasser und atmen mit Kiemen, die von einer Kiemendeckelfalte geschützt werden. Indessen schon im Bau der Kiemen treten Besonderheiten hervor, welche an *Amphibien* erinnern, insofern wenigstens *Protopterus* und junge *Lepidosiren* außer inneren Kiemen äußere Kiemenbüschel besitzen,

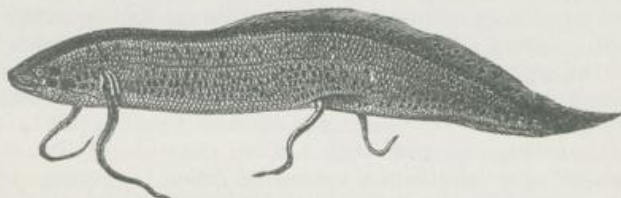


Fig. 524. *Protopterus annectens* (aus Boas).

wie sie vielen *Amphibien* zukommen. Die Ähnlichkeit wird erhöht durch das periodische Auftreten von Lungenatmung. Die Dipneusten leben in den Tropen in Flüssen und Sümpfen, welche während der heißen Zeit in Fäulnis geraten oder ganz austrocknen, so daß die Kiemenatmung unmöglich wird. Sie benutzen dann zur Atmung die Schwimmblasen oder, wenn man will, die Lungen, weite unpaare oder paarige Säcke, die mit einem kurzen häutigen Gang in den Ösophagus münden, deren Innenwand zur Vergrößerung der respiratorischen Oberfläche einen fächerigen Bau besitzt. *Protopterus* hat sogar die Fähigkeit, ganz außerhalb des Wassers zu leben; er vergräbt sich im Schlamm, baut sich daselbst ein Nest, das er mit Schleim austapeziert, und verfällt in einen schlafartigen Zustand. — Wie bei Landbewohnern, hat die Nase doppelte Öffnungen, welche beide einwärts vom Mundrand liegen. Ein besonderer Arterienast geht bei den Dipneumones vom letzten Aortenbogen an die Lunge, und ebenso führen besondere Venen zum Herzen zurück, so daß sich im peripheren Abschnitt schon eine Sonderung von Lungen- und Körperkreislauf entwickelt hat. Auch beginnt die Trennung des Herzens in eine linke arterielle und rechte venöse Hälfte sich auszubilden, besonders im Bereich des Conus arteriosus und des Vorhofes.

Die wenigen Arten, welche noch existieren, sind wahrscheinlich die Reste einer früher reicher entwickelten Gruppe und leben demgemäß über die Welt zerstreut. *Monopneumones*, mit einem Lungensack, in den

Flüssen Australiens vertreten durch den *Ceratodus Forsteri* Krefft. — *Dipneumones* mit paariger Lunge, in Südamerika: *Lepidosiren paradoxa* Fitz., in Afrika: *Protopterus annectens* Ow. (Fig. 524). Die Larven beider Arten haben vier Paar Kiemenbüschel, von denen drei bei *Protopterus* sich dauernd erhalten.

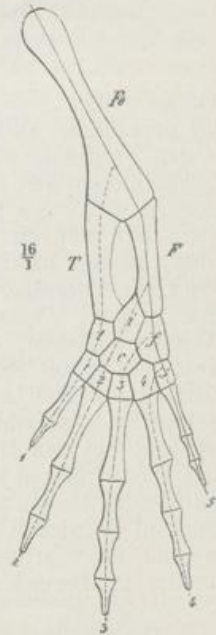
IV. Klasse.

Amphibien, Lurche.

Der bei den *Dipneusten* angebahnte Übergang zum Landleben wird bei den *Amphibien* vollkommen durchgeführt. Während er aber dort nur unter dem Zwange äußerer Verhältnisse erfolgt, ist er hier das notwendige Endresultat einer im Wesen des Organismus selbst begründeten Fortbildung. Daher werden bei den *Amphibien* fast sämtliche Organe von der veränderten Lebensweise betroffen, die Organe der Atmung und der Circulation in viel intensiverer Weise als bei den *Dipneusten*, außerdem aber auch die übrigen Organe, die Sinneswerkzeuge, die Extremitäten und im Zusammenhang hiermit Skelett und Körpergestalt.

Die Amphibien unterscheiden sich auf den ersten Blick von den Fischen durch den Mangel der Flossen. Der unpaare Flossensaum erhält sich zwar noch während des Larvenlebens und in einigen Fällen (*Perennibranchiaten*, *Tritonen*) auch noch beim erwachsenen Tier als eine den Schwanz umsäumende Hautfalte, aber er ist nicht in Rücken-, Schwanz- und Afterflosse abgeteilt und auch von keinem eigenen Skelett gestützt (Fig. 4, 5). Die paarigen Flossen haben „pentadactylen Extremitäten“ Platz gemacht (vgl. S. 478); diese dienen oft noch zum Schwimmen, indem die Zehen untereinander durch Schwimmhäute verbunden sind, daneben aber werden sie auch zum Kriechen und Springen verwandt und besitzen demgemäß eine große Gelenkigkeit in der Verbindung der einzelnen Skelettstücke (Fig. 525). Zu den bei Fischen allein vorhandenen Schulter- und Hüftgelenken gesellen sich Ellbogen- und Kniegelenke zwischen Humerus (bez. Femur *Fe*) einerseits, Radius und Ulna (bez. Tibia *T* und Fibula *F*) andererseits, Hand- und Sprunggelenke zwischen den letztgenannten Stücken und den Carpalien (bez. den Tarsalien *t, i, f*), endlich gelenkige Verbindungen der Endstücke der 5 Skelettstrahlen, der Phalangen untereinander und mit den Metacarpalien (bez. Metatarsalien). Die Fünfzahl der Zehen wird nicht immer beibehalten, da häufig eine Reduction auf 4, 3, selbst 2 eintritt.

Fig. 525. Skelett der hinteren Extremität von *Salamandra maculosa* (Larve). *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *t* Tibiale, *i* Intermedium, *f* Fibulare, *c* Centrale, 1–5 Tarsalia der zweiten Reihe, 1–5 Metatarsalia und Phalangen der 5 Zehen (aus Gegenbaur).



Für die Extremitätengürtel ist die bei den Fischen noch fehlende, bei den höheren Wirbeltieren vorhandene Verbindung mit be-

stimmten Teilen des Achsenskeletts von Wichtigkeit. Der Beckengürtel verbindet sich mit der Wirbelsäule, indem sein dorsal vom Hüftgelenk liegender Abschnitt, das Ilium oder Darmbein, sich an eine Rippe oder beim Mangel derselben an einen Querfortsatz anlegt, während der ventrale Abschnitt, das noch einheitliche Schamsitzbein (*Os ischiopubicum*), mit dem der anderen Seite die Symphyse erzeugt. In den so zustande kommenden Knochenring des Beckens ist bei den Amphibien nur ein Wirbel, der Sacralwirbel, eingeschlossen. Der durch den Landaufenthalt bedingte festere Anschluß der Extremität an die Wirbelsäule tritt uns somit noch auf einer niederen Entwicklungsstufe entgegen. — Noch unvollständiger ist die Befestigung der vorderen Extremität (Fig. 479A). Der dorsale Abschnitt, die Scapula, endet frei in Muskeln; der ventrale, in Coracoid (*co*) und Clavicula (*cl*) differenzierte Abschnitt trifft mit dem der anderen Seite in einer Art Symphyse zusammen (*Firmisternae Anuren*) oder schiebt sich über ihn hinweg (*Urodelen*, viele *Anuren* [*Arcifera*]). Eine Verbindung mit der Wirbelsäule wird nicht erzielt, da die an das Coracoid von rückwärts anschließende Sternalplatte mit keinen Rippen verbunden ist. Letztere sind hierfür zu klein (*Urodelen*) oder fehlen (*Anuren*). Bei den *firmisternen Anuren* grenzt vorn an die Claviculae ein Episternum. Die Wirbelsäule erinnert vielfach (*Perennibranchiaten*, *Derotremen*, *Gymnophionen*, manche *Stegocephalen*) infolge Rückbildung des Intervertebralknorpels durch Amphicölie der Wirbelkörper und Persistenz der Chorda an Fische. Wächst der Intervertebralknorpel stark, so verdrängt er die Chorda ganz oder zum größten Teil; dann bilden sich opisthocöle (*Salamandrinen*) oder procöle Wirbelkörper (die meisten *Anuren*). Bei den *Amphibien* tritt auch die bei *Fischen* nur selten vorhandene, für Landbewohner charakteristische gelenkige Verbindung von Wirbelsäule und Schädel ein, durch welche sich der erste Wirbel (Atlas) von den folgenden unterscheidet.

Der Schädel der *Amphibien* ist meist ausgezeichnet durch die ausgedehnte Erhaltung des Chondrocraniums und die damit zusammenhängende geringe Zahl primärer Knochen (Fig. 526). Die Knochen der Augen- und Nasengegend sind durch das Sphenethmoid gegeben, einen paarigen Knochen bei *Urodelen*, der bei *Anuren* zu einem Knochenring (*os en ceinture*) geschlossen ist; in der Gehörgegend sind meist nur die Prootica, in der Hinterhauptsgegend stets nur die Exoccipitalia vorhanden. Der Mangel des Basioccipitale und Supraoccipitale ist für die Unterscheidung der *Amphibien* von den oft ähnlich aussehenden *Reptilien* von der größten Bedeutung, zumal da mit dem Mangel des Basioccipitale der weitere wichtige Unterschied zusammenhängt, daß die Gelenkverbindung mit dem Atlas durch einen doppelten Condylus occipitalis (*co*) vermittelt wird. — Von Belegknochen sind zu nennen: dorsal die Nasalia (*na*), Frontalia — bei manchen Arten von Praefrontalia begleitet — und Parietalia, letztere beiden bei *Anuren* zu Fronto-parietalia (*fp*) verwachsen, ventral das bei den *Amphibien* zum letztenmal mächtig entwickelte Parasphenoid (*ps*).

Eine wesentliche Vergrößerung erfährt der Schädel, indem der hintere Abschnitt des Palatoquadratum, der ansehnliche Quadratknorpel (*Qu*), sich an die Gehörkapsel anlegt und meist mit ihr verschmilzt, während der vordere Abschnitt als Palatinspange (*P*) bis zur Geruchskapsel reicht. Der Quadratknorpel (Kieferstiel) ist auf seiner Außenseite vom Squamosum (*sq*) bedeckt und trägt den von Belegknochen (Dentale etc.) umschiedenen Meckelschen Knorpel (Mandi-

Schädel.

Visceral-skelett.

bulare), dessen Gelenkteil wie auch das Quadratum selten unvollkommen verknöchert. Auf der Palatinspange entsteht die Palatinreihe der Belegknochen: Vomer (*vo*), Palatinum (*pal*), Pterygoid (*pt*); davor die Maxillarreihe: Zwischenkiefer (*pmx*) und Oberkiefer (*m*). Zwischen dem hinteren Ende des Maxillare und dem Quadratum besteht eine Lücke, oder dieselbe ist durch den vom Maxillare bis zum Quadratum und Squamosum reichenden Jochbogen (Os jugale *jjg*) überbrückt. Da durch die Verwendung des Quadratum als Kieferstiel das Hyomandibulare functionslos geworden ist, wird dasselbe rudimentär und wandelt sich in eine Reihe kleiner Skelettstücke um, welche als Hilfsapparate des Gehörorgans funktionieren, die wir in ihrer Gesamtheit Columella (*col*) nennen

Fig. 526.

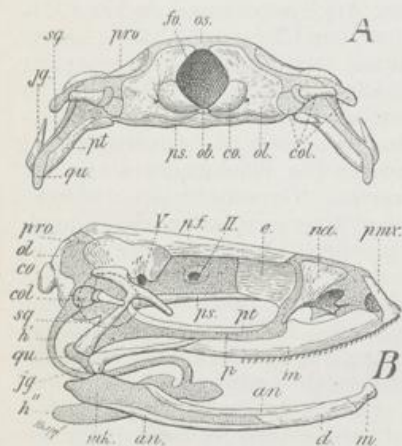
Fig. 526. Froschschädel *A* von hinten, *B* von der Seite (im Anschluß an Parker).

Fig. 527.

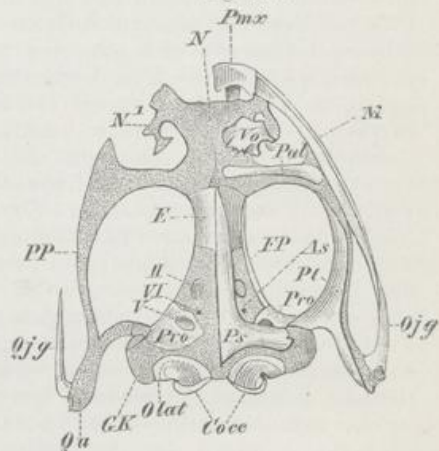


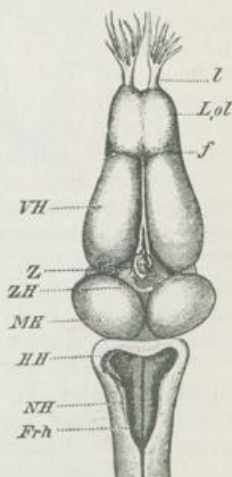
Fig. 527. Froschschädel von unten links nach Entfernung der Belegknochen (nach Wiedersheim).

Chondrocranium: *Gk* Gehörkapsel, *N*, *N*¹ Nasenkapsel, *PP* (*p*) Palatinspange, *As* Alisphenoidknorpel, *Qu* (*qu*) Quadratknorpel, *ob*, *os* Knorpel, aus dem sonst Basis-occipitale und Supraoccipitale hervorgehen. Primäre Knochen: *O lat* (*ol*) Exoccipitale mit Condylus occipitalis (*Cocc*, *co*), *Pro* (*pro*) Prooticum, *E* (*e*) Sphenethmoid. Belegknochen: *Pmx* (*pmx*) Praemaxillare, *M* (*m*) Maxillare, *jjg* (*Qjjg*) Jugale, *Vo* Vomer, *Pal* Palatinum, *Pt* (*pt*) Pterygoid, *Fp* (*pf*) Parietofrontale, *na* Nasale, *Ps* (*ps*) Parasphe-noid, *sq* Squamosum; Unterkiefer: *mk* Meckelscher Knorpel mit seinem verknöcherten vorderen Ende *m*, *d* Dentale, *an* Angulare; Zungenbeinhörner: *col* Columella, *H*, *H*¹ Hyoid und Copula; Nervenlöcher: *II* Opticus, *V* Trigemini, *VI* Abducens, *fo* Foramen magnum. Der Knorpel durch Punktierung deutlich gemacht.

wollen. — Die Beschaffenheit des übrigen Visceralskeletts hängt von der Art der Atmung ab (Fig. 528 *A*). Solange die Kiemenatmung anhält, finden sich außer unpaaren, das Corpus hyoideum repräsentierenden Copulae noch paarige Hyoidea, die vorderen Zungenbeinhörner, und vier Paar Kiemenbögen. Beim Übergang zur Luftatmung schwinden die Kiemenbögen ganz oder bis auf Reste, die 1–2 Hinterhörner des Zungenbeins. Für das Verständnis der höheren Wirbeltiere ist es wichtig, daß Reste eines 5. Kiemenbogens als Stützen des Kehlkopfes verwandt werden und daß das Hyoid mancher *Anuren* bis zum Schädel empor wächst und mit der Hörkapsel verwächst.

Die durch den Landaufenthalt bedingte Umgestaltung der Sinnesorgane ist fast für jedes derselben nachweisbar. Die Organe der Seitenlinie, welche bei den im Wasser lebenden Perennibranchiaten und allen Larven noch erhalten sind, schwinden; die Augen werden gegen den eintrocknenden Einfluß der Luft bei den *Salamandrin* durch obere und untere Augenlider, bei den *Fröschen* durch ein früher als Nickhaut gedeutetes unteres Augenlid geschützt; die Nase wird zugleich Respirationsorgan und demgemäß mit einer inneren, in die Mundhöhle leitenden Öffnung, der Choane, versehen. Vor allem vervollkommenet sich das Gehör bei den *Anuren* durch die Ausbildung schalleitender Apparate. Aus dem Spritzloch der Selachier entsteht ein Luftkanal, dessen eines Ende als Tuba Eustachii in den Rachen mündet, dessen anderes Ende, die Trommelhöhle, durch das in den knorpeligen Annulus tympanicus eingespannte Trommelfell geschlossen wird. Die Beziehung des Labyrinthes zum Luftkanal wird eine innigere durch das Auftreten der Fenestra ovalis, einer Öffnung in dem das häutige Labyrinth bergenden Petrosom. In der Fenestra ovalis liegt die Steigbügelplatte (ein abgelöstes Stück der knorpeligen Gehörkapsel?). An sie setzt sich die Columella (Hyomandibulare), welche sich am anderen Ende mit dem Trommelfell verbindet und die Schwingungen desselben auf das häutige Labyrinth überträgt. Die Skeletteile finden sich auch dann, wenn bei kriechenden Formen (*Urodelen*, *Gymnophionen*), ferner bei *Pelobatiden* Trommelfell und Cavum tympani fehlen. — Das Hirn der Amphibien übertrifft das der Fische durch die stärkere Entwicklung des Großhirns (Fig. 529 *VH*), steht ihm aber nach, indem das Kleinhirn nur eine dünne Marklamelle bildet.

Fig. 529. Hirn vom Frosch, *l* Riechnerven, *L*, *ol* Lobus olfactorius, *f* Trennungsfurche gegen *VH* Großhirnhemisphären, *ZH* Zwischenhirn, *Z* Zirbeldrüse, *MH* Mittelhirn, *HH* Kleinhirn, *NH* Medulla oblongata, *Frh* Rautengrube.



Am wichtigsten für die systematische Charakteristik der Amphibien sind die Atmungsorgane: daß sowohl Kiemen als Lungen vorkommen. Bei den Larven der *Anuren* finden wir in der Regel innere Kiemen; von denselben entwickeln sich aber, wie bei manchen Fischen, die am meisten dorsal gelegenen verfrüht und zugleich außergewöhnlich stark; sie ragen dann am oberen Ende der Kiemenspalten als drei starke Kiemenbüschel über der Haut hervor, schwinden aber, wenn die übrigen nach außen nicht hervortretenden Kiemenblättchen zur Ausbildung gelangen und der ganze Kiemenapparat durch zwei vom Zungenbeinbogen entspringende Falten in eine geräumige Kiemenhöhle eingeschlossen wird.

Nervensystem und Sinnesorgane.

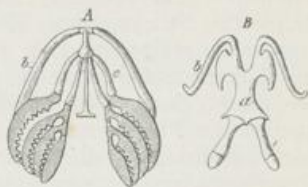


Fig. 528. Hinteres Visceralskelett. *A* einer kiemenatmenden Larve vom Landsalamander, *B* einer Kröte (aus Gegenbaur). *a* Zungenbeinkörper, *b* Vorderhirn (Hyoid), *c* Rest der Kiemenbögen.

Atmung.

Bei den Jugendstadien der *Urodelen* und *Gymnophionen* ist die starke Entwicklung der drei büschelförmigen „Hautkiemen“ Ursache, daß die Bildung der inneren Kiemen unterbleibt. — Die paarigen Lungen münden mit einer Spalte, der Stimmritze, in das hintere Ende des Pharynx, gewöhnlich direkt, seltener vermittelt einer kurzen Luftröhre, der Trachea. Knorpelige Stücke, letzte Reste der Kiemenbögen, können Luftröhre und Stimmritze stützen und an letzterer zum Spannen der Stimmbänder bei der Tonerzeugung benutzt werden (Larynx). Die Luftatmung ist ein Schluckakt, indem die in den Pharynx aufgenommene Luft durch Contraction der Pharynxmuskeln in die Lungen gepreßt wird. — Selten findet man gleichzeitig und dauernd Kiemen und Lungen nebeneinander (*Perennibranchiaten*): gewöhnlich ist eine zeitliche Verteilung derart eingetreten, daß die jungen Tiere durch Kiemen, die älteren durch Lungen atmen, was Ausgangspunkt für die später zu besprechende Metamorphose geworden ist. — Außer den Kiemen und Lungen besitzt auch die Haut der Amphibien eine große respiratorische Bedeutung; das gleiche gilt von Mundhöhle und Pharynx, in denen vermöge des Atmungsmechanismus die Luft lange verweilen muß, häufig auch vom Ösophagus. So erklärt es sich, daß manche *Salamandrin*en (*Spelerpes*, *Desmognathus*, *Plethodon*, *Gyrinophilus*, *Salamandrina*) weder Kiemen noch Lungen haben und ausschließlich auf Haut- und Darmatmung angewiesen sind. Die Capillarnetze der betreffenden Darmabschnitte und der Haut sind demgemäß enorm entwickelt und können sogar in das Epithel eindringen. Mit der Hautatmung hängt es auch zusammen, daß bei *Anuren* die Lungenarterie einen ebenso starken Ast an die Haut wie an die Lunge abgibt (Fig. 531). Die Haut ist dünn und mit zahlreichen Drüsen versehen, die zum Teil Schleim, zum Teil giftige Secrete produzieren (sog. Parotis, ein Drüsenpaket in der Ohrgegend). Das Epithel ist nach außen durch eine sehr dünne Hornschicht abgeschlossen, die zeitweilig in Zusammenhang abgeworfen wird (Häutung); die Lederhaut ist von großen Lymphräumen unterminiert, deren Anwesenheit es mit sich bringt, daß man namentlich bei *Fröschen* das ganze Integument leicht im Zusammenhang abziehen kann. Verknöcherungen der Haut, bei den fossilen *Stegocephalen* enorm entwickelt, kommen bei den recenten Amphibien selten vor (*Gymnophionen*); dagegen ist bemerkenswert der Reichtum an Chromatophoren, die unter dem Einfluß von Nerven ihre Gestalt verändern und dadurch den Farbenwechsel vieler Amphibien bedingen.

Blutgefäß-
system.

Das Herz der Amphibien (Fig. 530, 531) hat zwei bei *Anuren* scharf getrennte Vorkammern, eine rechte mit venösem Blut (a^1), eine linke, welche zur Zeit der Lungenatmung arterielles Blut (a^2) führt; dagegen findet sich nur eine Kammer (v) und ein äußerlich wenigstens noch einheitlich erscheinender Arterienstamm (aa). Die 3—4 von letzterem entspringenden Arterienbögen verhalten sich verschieden, je nachdem die Atmung durch Kiemen erfolgt oder nicht. Im ersteren Fall (Fig. 530) ist an den drei vorderen Arterienbögen (1—3) eine doppelte Schließung vorhanden; der eine Weg (b) führt direkt zur Aorta descendens, der andere durch die Kiemenarterien ($r'-3'$) in die Kiemenbüschel und aus dem Capillarnetz derselben durch die Kiemenvenen ebenfalls zur Aorta descendens. Nur der vierte Bogen gibt keine Gefäße an die Kiemen ab, dagegen die Arteriae pulmonales (p) an die Lungen. Wenn die Kiemen verloren gehen (Fig. 531), schwindet der dritte Arterienbogen bei vielen Amphibien (namentlich den *Anuren*) gänzlich, von den übrigen drei wenigstens die zu den Kiemen tretenden Gefäße, während die direkten

Verbindungen erhalten bleiben und neue Verwendung finden. Der erste Bogen (*1*) liefert die den Kopf versorgenden Carotiden (*c*), der zweite vereinigt sich mit dem der anderen Seite zur Aorta descendens (*ad*), der vierte Arterienbogen (*4*) versorgt als A. pulmonalis (*p*) die Lunge; bei *Anuren* gibt er einen zweiten Ast, die A. cutanea (*cu*), zur Haut. Eine Längsfalte im Arterienstiel ist so gestellt, daß das dem Körperkreislauf entstammende venöse Blut des rechten Vorhofes der Hauptmasse nach durch den respiratorischen vierten Gefäßbogen in die A. pulmonales resp. A. cutaneae geleitet wird, während das aus der Lunge durch besondere Venen dem linken Vorhof zuströmende arterielle Blut den Weg zum ersten und zweiten Bogen (Carotiden- und Aortenbogen) einschlägt. So wird eine leidliche Sonderung des Lungen- und Körperkreislaufs bewerkstelligt, obwohl beiderlei Blutströme noch ein gemeinsames Bett (Herzkammer) zu passieren haben.

Fig. 530.

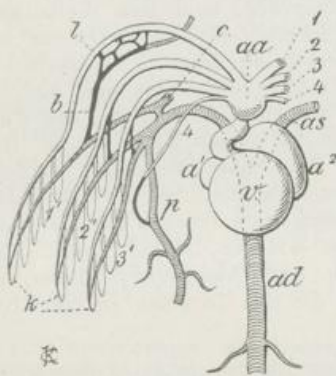


Fig. 531.

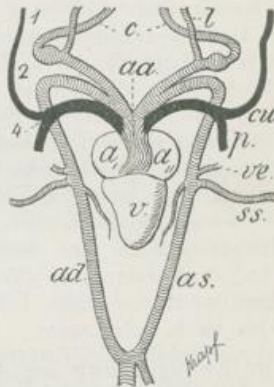


Fig. 530. Herz und Arterienbögen einer Salamanderlarve (nach Boas). *a*¹ rechte, *a*² linke Vorkammer, *v* Kammer, *aa* Arterienstiel, *ad* Aorta descendens, *as* linker Aortenbogen, *1-4* Arterienbögen, *b* direkte Schließung derselben, *1* Kiemen-schließung, *1-3* Kiemenkreislauf, *p* Art. pulmonalis, *c* Carotis, *k* Kiemen.

Fig. 531. Herz und Arterienbögen des Frosches (etwas schematisiert). *a*, rechte, *a*₂ linke Vorkammer, *v* Ventrikel, *aa* Arterienstiel, *ad*, *as* rechter und linker Bogen der Aorta descendens, *c* Carotiden, *1* Lingualis, *ve* Vertebralis, *ss* Subclavia, *cu* Cutanea, *p* Pulmonalis, *1, 2, 4* die drei erhaltenen Arterienbögen.

Für den Geschlechtsapparat (Fig. 500) gilt Ähnliches wie bei den *Haien*. Die Eier gelangen aus dem traubigen Eierstock in die weiten Mündungen der Müllerschen Gänge (Oviducte) und werden in Ausweitungen derselben (Uterus) mit Gallerthüllen umgeben. Die Spermatozoen dagegen passieren den oberen Abschnitt der Nieren und werden durch die Harnleiter entleert. Selten (*Alytes*, *Discoglossus*) erhält sich (ähnlich den *Amnioten*) von diesem vorderen Abschnitt nur der samenausführende Teil und bildet ein vom Harnleiter gesondertes Vas deferens. Die Unterschiede zu den *Selachiern* bestehen vornehmlich darin, daß die Nieren als kompakte, häufig bohnenförmige Körper innerhalb der Leibeshöhle liegen und daß eine Harnblase vorhanden ist, welche vor dem Darm angebracht ist und sich von vorn in die Kloake öffnet, während die Urogenitalkanäle von rückwärts in sie einmünden. Neben den Geschlechts-

Urogenital-system.

drüsen finden sich oft mehrere intensiv gefärbte Fettkörperlappen, die vor dem Eintritt der Laichperiode am besten entwickelt sind.

Bei den Amphibien kommt eine Art Begattung vor. Die *Tritonen* schwimmen spielend miteinander, bis das Männchen eine äußerst kompliziert und zierlich gebaute Samenkapsel entleert, welche das Weibchen in die Kloake aufnimmt. Bei den froschartigen *Amphibien* klammert sich das oft kleinere, auf dem Weibchen hockende Männchen mit seinen vorderen Extremitäten hinter den Vorderextremitäten des Weibchens fest und wartet tagelang, bis die Eiablage erfolgt, worauf das Männchen seinen Samen über die Eier ausspritzt, welche bald darauf die bei allen Amphibien herrschende totale, aber inäquale Furchung beginnen. Demgemäß sind die *Batrachier* (mit Ausnahme der viviparen *Pseudophryne*) ovipar; ovipar sind auch die meisten geschwänzten Amphibien, doch ermöglicht die Aufnahme des Sperma in die weiblichen Geschlechtswege, daß einige unter ihnen, wie *Spelerpes fuscus*, *Salamandra maculosa* und *S. atra*, lebendig gebären. Brutpflege findet sich bei *Anuren* weitverbreitet und wird bald vom Männchen, bald vom Weibchen ausgeübt. Das Männchen der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) wickelt nach der Befruchtung die Eischnüre um seine Beine und verkriecht sich in Erdlöcher, bis die jungen Tiere zum Ausschlüpfen reif sind. Das Männchen von *Rhinoderma Darwini* hat einen weiten, von dem Pharynx ausgestülpten Kehlsack, in welchem es die jungen Tiere bis zur Beendigung der Metamorphose beherbergt. Bei *Pipa americana* werden die befruchteten Eier vom Männchen dem Weibchen auf den Rücken gestrichen, wo sie in dicht aneinander grenzende Taschen der Haut, die in ihrer Gesamtheit an eine Bienenwabe erinnern, eingeschlossen werden. Auch bei den Gattungen *Nototrema* und *Notodelphys* besorgen die Weibchen das Brutgeschäft, indem sie die Eier in einen auf dem Rücken gelagerten Sack aufnehmen.

Entwick-
lung.

Die Entwicklung der Amphibien hat von jeher in den weitesten Kreisen Interesse erweckt als das einzige leicht zu beobachtende Beispiel von Metamorphose bei den Wirbeltieren. Die Metamorphose ist um so deutlicher ausgeprägt, je mehr sich der Bau des ausgebildeten Tieres vom Bau der Fische und damit auch vom Bau der fischähnlichen Larven entfernt. Dies gilt für die *Batrachier*; aus dem Ei schlüpft die Kaulquappe (Fig. 4), welche keine Lunge, dafür aber drei Kiemenbüschel, keine paarigen Extremitäten, dafür aber einen dem Frosch fehlenden Ruderschwanz, d. h. einen mit einem unpaaren Flossensaum eingefassten Schwanz besitzt. Bei der Metamorphose schwinden die äußeren Kiemenbüschel und entstehen zunächst innere Kiemen, welche durch eine Hautfalte (Kiemendeckel) überwachsen und in eine Kiemenhöhle eingeschlossen werden, welche durch eine unpaare oder durch paarige Öffnungen (Spiracula) nach außen mündet. Später werden die inneren Kiemen und der Ruderschwanz als Larvenorgane resorbiert, während dafür die Lungen und die paarigen Extremitäten hervorsprossen. — Bei allen *geschwänzten Amphibien* vereinfacht sich die Metamorphose, indem gewöhnlich nur die drei Kiemenbüschel schwinden und in ihrer Function durch Lungen ersetzt werden. Manchmal kommen dazu noch Gestaltsveränderungen, Veränderungen der Bezahnung und Umwandlung des Ruderschwanzes in einen drehrunden Schwanz. Der letzte Rest einer Metamorphose geht verloren, wenn die Kiemen neben den Lungen dauernd beibehalten werden (*Perennibranchiaten*). Noch in anderer Weise kann die Meta-

morphose in Wegfall kommen, wenn die ganze Entwicklung, wie bei *Hylodes Martinicensis*, *Rana opisthodon*, *Hyla nebulosa*, *Pipa americana*, in den Eihüllen abläuft, aus denen dann gleich die fertigen kleinen Frösche auskriechen.

I. Ordnung. Urodelen, Schwanzlurche.

Die Urodelen sind unter den Amphibien vermöge ihres langgestreckten, von niedrigen Beinen getragenen geschwänzten Körpers den Fischen noch am ähnlichsten. Ihre Wirbelsäule besteht aus zahlreichen Wirbeln, von denen ein ansehnlicher Teil, die Caudalwirbel, hinter dem Kreuzbeinwirbel liegen. Rippen sind zwar vorhanden, aber so klein, daß sie das Sternum nicht erreichen. Letzteres ist im allgemeinen schwach entwickelt oder fehlt. Trommelfell, Trommelhöhle und Ohrtrumpete (Tuba Eustachii) fehlen; ebenso fehlt mit den Stimmbändern die Fähigkeit der Lautbildung.

I. Unterordnung. *Perennibranchiaten* (*Ichthyodea*). Dauernd sind 2—3 Paar Kiemenspalten, drei äußere Kiemenbüschel und ein Ruderschwanz vorhanden, ferner amphicöle Wirbel. Zwei Kiemenspalten: *Necturus maculatus* Rafin (*Menobranthus lateralis* Sav.). *Proteus anguineus* Laur., der Olm der Adelsberger Grotte und anderer Höhlen des Karsts, Lungen rudimentär; als Höhlenbewohner ist das Tier blind, indem es rückgebildete Augen hat, welche außerdem von Muskeln bedeckt und daher functionsunfähig sind. Auffallend groß sind die Zellen der Gewebe, ganz besonders die Blutkörperchen. Blinde amerikanische Formen: *Typhlomolge Rathbuni* (unterirdische Flüsse von Texas), *Typhlotriton spelaeus* (Höhlen von Missouri, Augen werden erst nach der Metamorphose rückgebildet). — *Siren lacertina* L., drei Kiemenspalten, Nordamerika.

II. Unterordnung. *Derotremen*. Kiemen rückgebildet, ein Kiemenloch erhalten. *Cryptobranchus Alleghaniensis* Daud. (*Menopoma Alleghaniense* Harl.). Durch Verlust des Kiemenloches leitet zu den Salamandrinen über der über 1 m lange *Megalobatrachus maximus* Schleg. (*Cryptobranchus japonicus* Hoev.), die größte lebende Amphibie.

III. Unterordnung. *Salamandrinen*. Nach Verlust der Kiemen schließen sich die anfangs vorhandenen vier Kiemenspalten. Der Ruderschwanz erhält sich bei der Gattung *Molge* (*Triton*): *M. cristata* Laur., *M. alpestris* Laur., *M. vulgaris* (*taeniata*) L., während bei der Gattung *Salamandra* die geschlechtsreifen Tiere drehrunde Schwänze haben. *Salamandra maculosa* Laur. und *S. atra* Laur. sind beide lebendig gebärend. *S. atra* führt sogar im Mutterleibe seine Metamorphose zu Ende, da die jungen Tiere genügend Nahrung finden, weil von zahlreichen Eiern immer nur 2—3 sich entwickeln und von dem Speisebrei leben, zu dem die übrigen Eier zerfallen. — Bei den Tritonen kommt es vor, daß die Larven, durch äußere Umstände an der Metamorphose verhindert, die Kiemen behalten und geschlechtsreif werden (Neotenie). Noch mehr trifft das Gesagte für manche Arten der Gattung *Amblystoma* zu. *Amblystoma tigrinum* Green (*mexicanum*) behält im Naturzustand unter normalen Verhältnissen die Kiemen dauernd bei und heißt dann *Siredon pisciformis* Shaw, Axolotl; wenn dieser durch ungünstige Wasserverhältnisse gezwungen wird, sich zum *Amblystoma* zu verwandeln, wird er nicht geschlechtsreif, ein Zeichen, daß das Verharren auf dem *Siredonzustand* die Norm ist, während für andere Arten, wie *A. opacum*

Grav. und *A. punctatum* L., umgekehrt die Beendigung der Metamorphose die natürliche Entwicklungsweise darstellt. Nahe verwandte Arten würden, wenn man sich scharf an die systematischen Begriffe halten wollte, weit zu trennen und verschiedenen Unterordnungen einzureihen sein, das *A. tigrinum* als *S. pisciformis* den *Percennibranchiaten*, die beiden anderen *Amblystomen* den *Salamandrinen*.

Hier schließen sich außer ausgestorbenen großen Salamandrinen (dem früher als Menschen skelett „homo diluvii testis“ beschriebenen tertiären *Andrias Scheuchzeri*) die im Carbon auftretenden und in der Trias schon wieder verschwindenden, zum Teil riesigen *Stegocephalen* an, die sich durch starke Beschuppung des Körpers und Knochenpanzerung des Kopfes von den Urodelen unterschieden, manche auch durch die labyrinthisch eingefaltete Schmelzoberfläche der Zähne (*Labyrinthodonten*) und ihre Doppelwirbel (rachitome und embolomere Wirbel).

II. Ordnung. Anuren, Batrachier, Froschlurche.

Die Anuren haben sämtlich den gedrungenen Körperbau unserer Kröten und Frösche. Derselbe ist durch die geringe Zahl (7—9) der Rumpfwirbel und das gänzliche Fehlen des Schwanzes bedingt. Hinter dem Sacralwirbel folgt als Repräsentant einer Schwanzwirbelsäule nur ein langer, säbelförmiger Knochen, das Os coccygis. Rippen sind selten in Resten vorhanden; meist scheinen sie ganz zu fehlen, da ihre Anlagen mit den Proc. transversi verschmelzen und die auffällige Größe derselben bedingen. Um so stattlicher sind die vielfach zum Klettern und Springen dienenden Extremitäten. — Trommelfell und Trommelhöhle sind entsprechend der starken Stimme der Tiere gut entwickelt und nur bei den *Pelobatiden* rudimentär. Metamorphose in der Regel durch Kaulquappen.

I. Unterordnung. *Aglossen*. Krötenartige Batrachier mit rückgebildeter Zunge und unpaarer Mündung der Tubae Eustachii. *Pipa americana* Laur., wegen der Brutpflege Wabenkröte genannt. *Xenopus* (*Dactylethra*) *capensis* Cuv.

II. Unterordnung. *Phaneroglossen*. Zunge vorhanden, Tubae Eustachii münden jederseits getrennt. 1. *Raniden* (*Firmisternien*), Frösche, Ober- und Zwischenkiefer bezahnt, Unterkiefer zahnlos; hintere Extremitäten lang, zum Sprung geeignet. *Rana esculenta* L., grüner Wasserfrosch, laicht im Mai und Juni, Männchen mit Schallblasen ausgerüstet; *Rana temporaria* L., brauner Grasfrosch, laicht im März; letzterem ähnlich die selteneren *R. arvalis* Nils. und *R. agilis* Thom., in Amerika *R. catesbiana* Shaw (*mugiens* Daud.), Ochsenfrosch. 2. *Pelobatiden*, Knoblauchskröten, ähneln in der Bezahnung des Oberkiefers den Fröschen, in der Fortbewegungsweise den Kröten: *Pelobates fuscus* Laur., mit besonders großen Kaulquappen: *Bombinator igneus* Laur., Unke; *Alytes obstetricans* Laur., wegen der Brutpflege des Männchens Geburtshelferkröte benannt. — 3. *Bufoniden*, Kröten, mit zahnlosem Oberkiefer, ohne Sprungvermögen: reichliche Hautdrüsen, besonders hinter dem Ohr zu einem Paket vereint, liefern ein giftiges, die Schleimhäute (der Augen!) reizendes Secret. *Bufo vulgaris* Laur., *B. viridis* Laur., *B. calamita* Laur. — 4. *Hyliden* (*Discodactylen*). Zehen enden mit kleinen Haftscheiben, welche es den Tieren ermöglichen, an senkrechten Wänden emporzuklettern. Eine einheimische Form ist der durch besonders schönen Farbenwechsel ausgezeichnete Laubfrosch, *Hyla arborea* L. (Die Familien 2—4 werden wegen des Schultergürtels als *Arciferi* zusammengefaßt.)

III. Ordnung. Gymnophionen. Blindwühlen.

Die ausschließlich tropischen Blindwühlen bohren sich Gänge in feuchter Erde, um auf kleinere wirbellose Tiere Jagd zu machen. Infolge dieser unterirdischen Lebensweise sind die Augen klein und unter der Haut verborgen, die Extremitäten gänzlich rückgebildet, der Körper wurmförmig gestreckt, die rechten Lungen auf Kosten der linken entwickelt, was alles den Tieren Ähnlichkeit mit Schlangen gibt. In der Haut sind fast stets kleine Knochenschuppen eingelagert; Trommelfell und Trommelhöhle fehlen. Die Wirbelkörper sind amphicöl. In der Jugend ist ein später schwindendes Kiemenloch vorhanden: innerhalb der Eischalen haben manche Arten drei Paar wundervolle Kiemenbüschel (Fig. 532), ein Beweis der Zugehörigkeit zu den Amphibien. *Coeciliiden*: *Ichthyophis glutinosus* L., Ceylon, *Coecilia gracilis* Shaw (*lumbricoides* Daud.), Amerika.

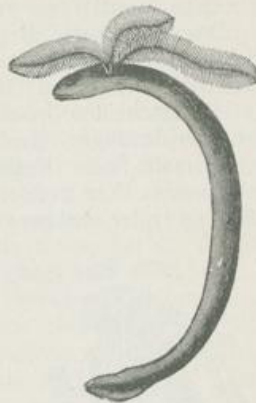


Fig. 532. Embryo von *Ichthyophis glutinosus* (aus Boas nach Sarasin).

II. Unterstamm.

Amnioten.

Wirbeltiere, welche im Embryonalleben ein Amnion und eine Allantois haben, deren embryonales Nierensystem (Urniere, Urnierengang, Müllerscher Gang) in seiner Function durch die bleibende Niere abgelöst wird und dann nur so weit, als es zur Ausleitung der Geschlechtsprodukte dient, erhalten bleibt, bei denen zwar Kiemenspalten als vorübergehende Bildungen zur Entwicklung kommen, Kiemen und Kiemenatmung dagegen gar nicht mehr auftreten.

V. Klasse.

Reptilien oder Kriechtiere.

Die Reptilien wurden wegen der großen Ähnlichkeit der Körpergestalt lange Zeit systematisch mit den *Amphibien* vereinigt, zu denen sie in der Tat ihrer Erscheinungsweise nach eine vollkommene Parallelgruppe bilden. Der schlanke Habitus der *Salamandrin* wiederholt sich unter den Reptilien bei den *Eidechsen*, die gedrungene Körperform der *Batrachier* bei den *Schildkröten* und manchen *Erdagamen*, die Wurmähnlichkeit der *Cöcilien* bei *Blindschleichen*, *Ringelechsen* und *Schlangen*. Um so mehr müssen die unterscheidenden Merkmale betont werden, bei deren Besprechung wir zwei Gesichtspunkte im Auge behalten müssen: 1. daß die Reptilien zu den Amnioten gehören und daher im Embryonalleben die Merkmale derselben (Urniere,

Allantois und Amnion) besitzen, 2. daß sie, wenn auch viele von ihnen im Wasser leben, in ihrem ganzen Bau, im gänzlichen Mangel der Kiemenatmung, in der Beschaffenheit der Haut und des Skeletts sich wie echte Landtiere verhalten.

Die Haut der Reptilien ist, um der Trockenheit der Luft besser Widerstand zu leisten, stark verhornt, so daß man an der Epidermis ein vielschichtiges Stratum Malphigii und ein vielschichtiges Stratum corneum unterscheiden kann. Das Stratum corneum ist an den Zehenspitzen zu kräftigen Krallen entwickelt, Hornscheiden der Zehenenden, deren dorsale Seite (Krallenplatte), stärker entwickelt ist als die ventrale (Krallensohle). Ein weiterer Schutz erwächst den Tieren durch die dicke, vielfach zu Leder gerbbare Cutis, in welcher gar nicht selten Knochenplatten eingelagert sind. Typische Hautdrüsen fehlen;

doch finden sich drüsenartige Einsenkungen der Haut, welche verhornte Epithelmassen produzieren (Schenkel- und Analporen der *Saurier*, Rücken-, Anal- und Moschusdrüsen des *Crocodils*) (Fig. 536 b). — Das Achsen-skelett, Schädel wie Wirbelsäule, besteht fast ganz aus Knochen; nur ausnahmsweise erhält sich — bei den *Hatterien* und den mit amphicölen Wirbeln ausgerüsteten *Ascalaboten* — die Chorda in ansehnlichen Resten. Meist sind die Wirbel procöl.

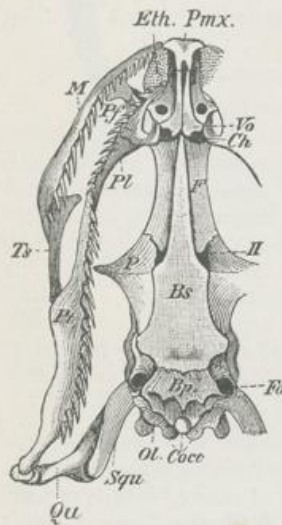


Fig. 533. Schädel der Natter von unten (aus Wiedersheim). Cranium: *Eth* Ethmoidalknorpel, *F* und *P* die von der Schädeldecke abwärts gewucherten Frontalia und Parietalia, *Bs* Basisphenoid (im vorderen Abschnitt auch Parasphenoid), *Ep* Basioccipitale, *Ol* Exoccipitale, *Cocc* Condylus occipitalis, *II* Opticusloch, *Fo* Fenestra ovalis; Visceralskelett: *Pmx* Prämaxillare, *M* Maxillare, *Ts* Transversum, *Vo* Vomer, *Pl* Palatinum, *Pt* Pterygoid, *Qu* Quadratum, *Squ* Squamosum, *Ch* Choane.

Kopfskelett.

Was das Kopfskelett anlangt, so zeigen die *Reptilien* (wie die ihnen sehr nahe stehenden *Vögel*) viele Merkmale, welche sie mit den *Amphibien* teilen, durch die sie sich dagegen von den *Säugetieren* unterscheiden. Besonders gilt das vom Visceralskelett. Wie bei *Amphibien* befestigt sich das hintere Ende des Palatoquadratum resp. da eine knorpelige Palatinspange nicht mehr angelegt wird, der Quadratknorpel an die Gehörkapsel; derselbe verknöchert als Quadratbein, dessen Gelenkfläche den aus vielen Knochen bestehenden Unterkiefer trägt. Auf der Basis des Quadratum, bei *Lepidosauriern* sogar zwischen dasselbe und den Schädel eingeschoben, liegt das Squamosum. Auf seiner Hinterseite endet die in der Fenestra ovalis eingefügte Columella, das zu einem Gehörknöchelchen umgewandelte Hyomandibulare. Vom Quadratum aus nach vorn erstreckt sich die häufig bezahnte Palatinreihe, Pterygoid, Palatinum und Vomer. Vor der Palatinreihe wiederum, im allgemeinen parallel zu ihr, liegt die Kieferreihe, Maxillare und Prämaxillare. Äußerst charakteristisch für die *Reptilien* ist die Befestigung des hinteren Maxillarendes. Außer dem bei Wirbeltieren weit verbreiteten Jochbogen (Fig. 537) findet sich hier das Os transversum, ein Knochen, welcher bei *Fischen*, *Amphibien*, *Vögeln* und *Säugetieren*, freilich auch bei *Schildkröten* vermißt wird; er bildet eine Brücke zwischen Maxillar-

und Palatinreihe, indem er vom hinteren Ende des Maxillare an das Pterygoid herantritt (Fig. 533). — Vom hinteren Visceralskelett erhält sich der Zungenbeinkörper und im besten Fall 3 Paar Hörner (Hyoid und 2 Kiemenbogen); häufig ist das Hyoid oder ein Kiemenbogen rückgebildet. Weitere Reste der Kiemenbögen sind in den Larynxknorpeln gegeben.

An der Schädelkapsel selbst ist die hintere, vollkommen verknöcherte Region besonders beachtenswert. Außer den Exoccipitalia sind Basi- und Supraoccipitalia vorhanden. Indem das Basioccipitale sich zwischen die Exoccipitalia mit einem ansehnlichen, den Hauptteil des Hinterhauptgelenks bildenden Fortsatz einschiebt, entsteht als ein äußerst wichtiges Merkmal für die Unterscheidung von *Reptilien* und *Amphibien* der unpaare Condylus occipitalis. Vor dem Basioccipitale liegt das Basisphenoid, mit welchem das nach vorn in einen schnabelartigen Fortsatz (Rostrum) ausgezogene rudimentäre Parasphenoid verschmolzen ist. Im dorsalen Abschnitte überwiegen die Belegknochen, Parietalia (häufig untereinander verschmolzen und zur Aufnahme des Scheitelauges vom Foramen parietale durchbohrt), Frontalia, Nasalia, dazu Post- und Präfrontalia, Postorbitalia, meist auch Lacrymalia.

Die Ethmoidalgegend bleibt fast ganz knorpelig; Ali- und Orbitosphenoida sind selten ansehnlich, außerdem in den einzelnen Ordnungen variabel. In der Gehörregion ist nur das Prooticum (Petrosum) konstant; Epioticum und Opisthoticum (Paroccipitale) verschmelzen gewöhnlich mit den Occipitalia. Nur bei den Schildkröten ist das Opisthoticum ein auffallend großer und selbständiger Knochen. — Der Jochbogen der *Reptilien* (bei *Schlangen* vollkommen rückgebildet), kann ein doppelter sein, ein unterer, welcher wie allgemein im Tierreich die Fossa orbito-temporalis (Augenschläfengrube) nach außen und unten begrenzt und von Jugale und Quadratojugale gebildet wird, und ein oberer, welcher im Bogen zur Schädeldecke aufsteigt und dort das Postfrontale oder einen demselben angelagerten Knochen, das Postorbitale in sich aufnimmt. Von vorn steigt dann an das Postfrontale ein Fortsatz des Jugale empor, Fossa orbitalis und temporalis scheidend, von hinten das Squamosum (Supratemporale?), die Fossa temporalis in zwei Abschnitte trennend. Die *Halbarten* haben beide Bögen, die *Saurier* nur den oberen, die *Chelonier* und *Crocodylier* nur den unteren mit einem Fortsatze des Jugale zum Postfrontale.

Der konvexe Condylus occipitalis bildet mit einer konkaven Gelenkfläche des ersten Halswirbels ein Gelenk für die Nickbewegungen des Kopfes. Die Drehbewegungen dagegen (die Drehungen um die Längsachse) werden durch eine Verschiebung der beiden ersten Halswirbel gegeneinander bewirkt, wobei dieselben zum Atlas und Epistropheus werden. Der erste Halswirbel, der Atlas, ist ein ziemlich gleichmäßig dicker Knochenring. Der Körper des Wirbels, welcher in dem Ring eine Anschwellung bilden sollte, ist selbständig geworden und beginnt bei den Reptilien mit dem Körper des zweiten Halswirbels, des Epistropheus, zu verwachsen; er bildet den Zahnfortsatz desselben, um welchen sich der Atlasring samt dem aufruhenden Schädel bei den Drehungen des Kopfes bewegt. — Auch sonst wird die Wirbelsäule reicher gegliedert. Da in der Regel 2 Sacralwirbel sich mit dem Beckengürtel verbinden, werden Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzwirbel noch schärfer als bei den Amphibien geschieden. Ferner kommt es zur Sonde-

rung von Hals- und Brustwirbeln, weil nur die langen Rippen der Brustwirbel, dagegen nicht die kurzen Halsrippen sich mit dem Sternum verbinden (Fig. 484 C). Da die reichere Gliederung der Wirbelsäule durch die Verbindung mit den Extremitäten veranlaßt wird, schwindet sie, wenn die Extremitäten bei *Schlangen*, *Blindschleichen*, *Ringelechsen* rückgebildet werden.

Wenn Extremitäten vorhanden sind, schwankt die Zahl der Zehen zwischen 3 bis 5 (meist 4 oder 5). Am Beckengürtel sind Scham- und Sitzbeine durch das Foramen obturatum geschieden und mit den entsprechenden Knochen der anderen Seite in einer doppelten Symphyse verbunden. Am Schultergürtel sind nur Scapula und Coracoid konstant; eine Clavicula findet sich bei Schildkröten und Sauriern, bei letzteren auch ein Episternum (Fig. 484 C). Systematisch am wichtigsten ist an der hinteren Extremität die Verlegung des Sprunggelenks mitten in den Tarsus hinein, so daß bei der Bewegung die Tarsalien der ersten Reihe mit Tibia und Fibula, die der zweiten Reihe mit den Metatarsen fest verbunden bleiben (Intertarsalgelenk, Fig. 548 C).

Respirations-
organe.

Da bei keinem Reptil auch nur vorübergehend Kiemen vorhanden sind, werden die embryonal sich anlegenden Kiemen-spalten noch vor dem Verlassen der Eihüllen vollkommen rückgebildet. Auch die Hautatmung spielt nicht mehr die wichtige Rolle wie bei den Amphibien, und so werden die Lungen die Träger der Atmung, wie sie es bei Vögeln und Säugetieren sind. Man kann daher bei *Reptilien* eine allmählich fortschreitende Vervollkommnung der Atmungsorgane verfolgen. Zum Larynx gesellt sich stets eine von Knorpeln gestützte Trachea, die sich entweder direkt in die zwei Lungensäcke öffnet oder zuvor sich in zwei Bronchen gabelt. Die Lunge selbst ist bei primitiven Formen nur in ihren peripheren Teilen gefächert; bei den höheren Reptilien wird aber auch der einheitliche Binnenraum abgeteilt, indem Scheidewände von der Peripherie bis an den „intrapulmonalen Bronchus“ herantreten (Fig. 497). Die ausschließliche Lungenatmung führt zu wichtigen Fortschritten in der Teilung des Herzens in eine linke arterielle und eine rechte venöse Hälfte und in der Sonderung der Gefäße in Körper- und Lungengefäße (Fig. 534). Die beiden Vorkammern (a^1 , a^2) lassen schon durch die tiefe Einschnürung der Oberfläche die vollkommene Trennung erkennen; in der Kammer (v^1 , v^2) bildet sich ebenfalls eine Scheidewand aus; dieselbe ist aber bei *Schildkröten*, *Eidechsen* und *Schlangen* unvollständig; selbst bei den *Crocodylen*, bei denen die Trennung innerlich vollkommen durchgeführt ist, sieht die Kammer äußerlich wie ein einheitlicher Abschnitt aus. Selbst bei den *Crocodylen* kommt es noch zu einer Mischung von arteriellem und venösem Blut, indem zwischen den großen, von den beiden Kammern aufsteigenden Aortenbögen eine Kommunikation, das Foramen Panizzae, bestehen bleibt. Eine weitere Mischung der Blut-sorten wird durch die Art und Weise, in welcher sich die Arterienbögen auf die Herzkammern verteilen, herbeigeführt. Der bei *Fischen* und *Amphibien* noch einheitliche aufsteigende Arterienstamm ist durch innere Scheidewände, die sich aber nur selten oberflächlich bemerkbar machen, in 3 Gefäße zerlegt. Eines derselben entspringt aus dem rechten Kammerabschnitt, führt somit venöses Blut und übernimmt den letzten, die Lungengefäße abgebenden Arterienbogen; es ist die A. pulmonalis (p). Ein zweites Gefäß entspringt aus dem linken Herzen,

Blutgefäß-
system.

ist daher rein arteriell und übernimmt den größten Teil der übrigen Arterienbögen, den Teil, der zu den Carotiden (*c*) (I. Bogen) und zum rechten Aortenbogen (*ad*) (rechte Seite des II. Bogens) wird. So bleibt für das dritte Gefäß nur der linke Aortenbogen (*as*) übrig (linke Seite des II. Bogens), der sich mit dem korrespondierenden rechten, der Aorta

Fig. 534.

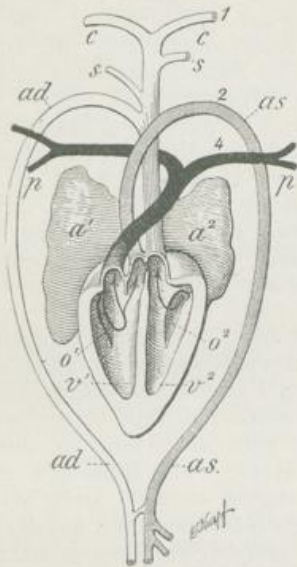
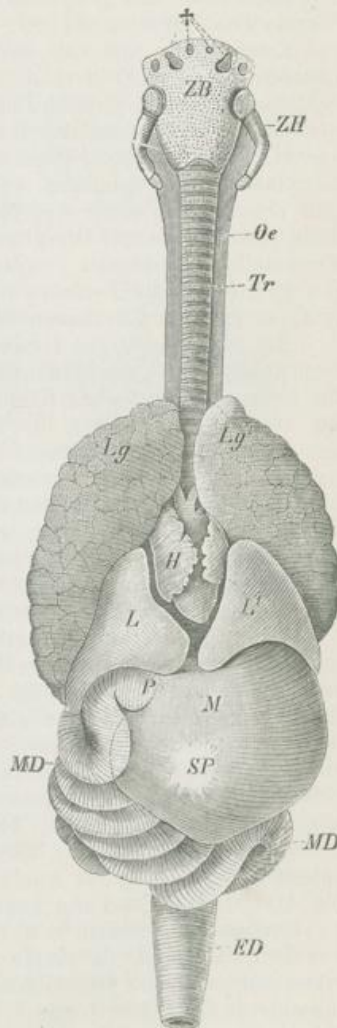


Fig. 534. Herz des *Crocodils* mit abgehenden Arterien, schematisiert; *a¹* rechte, *a²* linke Vorkammer, *v¹* rechte, *v²* linke Kammer, *o¹* rechtes, *o²* linkes Ostium atrioventriculare. Die aufsteigende Arterie ist in 3 Äste gespalten, von denen zwei, Arteria pulmonalis *p* und linker Aortenbogen *as* aus der rechten, einer aus der linken Kammer entspringt. Letzterer Stamm hängt mit dem linken Aortenbogen durch das Foramen Panizzæ zusammen und gibt ab: *ad* den rechten arteriellen Aortenbogen, *s* die Subclavien, *c* die Carotiden; 1, 2, 4 die Zahlen der mit den Amphibien vergleichbaren Arterienbögen; die Pfeile geben die Richtungen des arteriellen und venösen Blutstromes an.

Fig. 535. Eingeweide eines *Alligators*. *ZB* Zungenbeinkörper (bei † perforiert), *ZH* Zungenbeinhörner, *Oe* Oesophagus, *Tr* Trachea, *Lg*, *Lg¹* Lungen, *H* Herz, *L*, *L¹* Leber, *M* Magen, *Sp* schnige Stellen desselben, *P* Pylorus, *MD*, *ED* Mittel- und Enddarm (aus Wiedersheim).

Fig. 535.



descendens, verbindet. Dieser linke Arterienbogen entspringt merkwürdigerweise aus dem rechten Herzen und mischt daher venöses Blut dem arteriellen Hauptstrom der Aorta descendens bei. Zwischen ihm und dem rechten Aortenbogen findet sich das Foramen Panizzæ. Der venöse Charakter des linken Arterienbogens und die Unvollständigkeit

der Kammerscheidewand (resp. die Anwesenheit des Foramen Panizzae) verhindern, daß bei den Reptilien eine völlige Scheidung eines Lungen- und Körperkreislaufs erzielt wird. Bei manchen *Schildkröten* kommt dazu noch ein drittes Moment: daß die Pulmonalarterien, wie bei den *Urodelen* (Fig. 498 II dB 530), durch linke und rechte Anastomosen (Ductus Botalli) mit den Aortenbögen in Verbindung bleiben.

Nerven-
system,
Sinnes-
organe.

Zu den durch den Landaufenthalt bedingten Unterschieden der *Reptilien* von den *Amphibien* gesellen sich Merkmale höherer Organisation. Das Hirn zeigt zwei Fortschritte: das Kleinhirn wird — besonders bei *Schildkröten* und *Crocodylen* — wieder ansehnlicher; das Großhirn umwächst nach rückwärts und abwärts das Zwischenhirn und bildet den Schläfenlappen der Großhirnhemisphären. Wohlentwickelt wie bei keinem anderen Wirbeltier ist das Parietalorgan, welches bei manchen *Sauriern* als ein unpaares, dorsales Auge unter der Haut im Foramen parietale lagert. Die paarigen Augen besitzen Augenlider (meist ein oberes und ein unteres, sowie eine Nickhaut), häufig (*Chelonier*, *Saurier*) einen Ring von Knochenplättchen in der Sclera. Eine neue durch ein kleines Trommelfell (Membrana tympani secundaria) geschlossene Durchbrechung des Petrosus, die Fenestra rotunda, bringt Cavum tympani und Labyrinth in engeren Zusammenhang.

Urogenital-
system.

Im Nierensystem finden wir die bei Vögeln und Säugetieren herrschenden Verhältnisse. Im Embryo functioniert zunächst nur die Urniere (Wolfscher Körper) mit dem Urnierengang; caudalwärts von ihr entsteht erst später die bleibende Niere mit dem Ureter, während der embryonale Nierenapparat zugrunde geht mit Ausnahme der Teile, welche vermöge ihrer Beziehung zum Hoden beim Männchen erhalten bleiben und zum Nebenhoden und Vas deferens werden. Beim Weibchen wird der Müllersche Gang, welcher beim Männchen auch angelegt, aber rückgebildet wird, zum Eileiter. Meist münden die Urogenitalkanäle in die Rückenwand des Darmes (Kloake), selten in die Verlängerung der Harnblase (*Chelonier*). Letztere fehlt bei *Schlangen* und *Crocodylen*.

Entwick-
lung.

Fast sämtliche Reptilien legen Eier; nur unter den *Lepidosauriern* gibt es Formen, welche normalerweise, wie z. B. die *Kreuzottern*, viele *Riesenschlangen*, die *Blindschleichen* und einige *Eidechsen*, lebendig gebären. Die Eier sind den Vogeleiern ähnlich, indem die große dotterreiche Eizelle von einer Eiweißschicht und nach außen davon von einer fibrösen häufig verkalkenden Schale umhüllt wird. Zum Öffnen der Schale besitzen die Embryonen einen Eizahn, welcher bei *Lepidosauriern* aus Dentin, sonst wie bei den Vögeln aus Horn besteht. Auch darin herrscht Übereinstimmung, daß die Eier, bevor sie abgesetzt werden, im Innern der mütterlichen Ausführgänge schon befruchtet worden sind und die discoidale Furchung begonnen haben. Um die innere Befruchtung zu ermöglichen, finden sich Begattungsorgane, welche systematisch von Interesse sind, da sie in ihrem Bau bei den *Schlangen* und *Sauriern* einerseits, bei den *Schildkröten* und *Crocodylen* andererseits einen besonderen Charakter tragen. Die Unterschiede treffen mit Unterschieden in der Gestalt der Kloakenspalte und der Haut zusammen, so daß man nach allen diesen Merkmalen die Reptilien in zwei Unterklassen trennen kann, in *Lepidosaurier* und *Hydrosaurier*; die eine Unterklasse wird von den *Eidechsen*, *Schlangen* und *Rhynchocephalen*, die andere von den *Schildkröten* und *Crocodylen* gebildet.

I. Unterklasse.

Lepidosaurier, Plagiotremen.

Das gemeinsame Merkmal der *Saurier* und *Ophidier*, welches den Namen Plagiotremen veranlaßt hat, ist die quere Form der Kloakenspalte (Fig. 536 a), hinter welcher beim Männchen paarige Copulationsorgane liegen. Jeder Penis ist ein Schlauch, der für gewöhnlich in einem Sack eingeschlossen liegt, bei der Begattung aber wie ein Handschuhfinger umgestülpt wird und auf der so zutage tretenden Oberfläche mit Widerhaken bewaffnet sein kann. — Der Name Lepidosaurier bezieht sich auf die Bedeckung der Haut mit Hornschuppen und Schildern (S. 465). Die bindegewebige Lederhaut bildet abgeplattete Papillen, welche sich insofern an die Fischschuppen anschließen lassen, als sie bei manchen Arten (*Anguis*, *Pseudopus*) noch Knochenplatten enthalten. Durch sie wird die Beschaffenheit der Oberhaut bestimmt. Indem die Hornschicht auf der Höhe der Papillen besonders dick ist und an den Grenzen derselben sich verdünnt, entstehen rhombische und ovale Hornblätter, die entweder parkettartig nebeneinander liegen: Schilder, oder sich dachziegelförmig von vorn nach hinten decken: Schuppen. Die Regel ist, daß der Kopf mit regelmäßig angeordneten und daher auch besonders benannten Schildern bedeckt ist, der Rumpf dagegen mit Schuppen, die in Quer-, Schräg- und Längsreihen stehen. Die gesamte Hornschicht der Lepidosaurier ist nach außen durch eine Lage fest aneinander schließender verhornter Zellen zusammengehalten, die *Pseudocuticula*, welche, obwohl sie nicht ein Ausscheidungsprodukt von Epithelzellen ist, sondern selbst aus Zellen besteht, vielfach *Cuticula* genannt wird. Sie ist nach außen von einer echten, aber sehr unscheinbaren *Cuticula* überzogen. Da nun alle verhornten Zellen abgestorben sind und einer periodischen Erneuerung bedürfen, wird die Hornschicht im Zusammenhang (Natternhemd) alljährlich abgeworfen und durch eine neue ersetzt. Während der Dauer dieser periodischen Häutungen, welche trotz ihres verschiedenen histologischen Charakters denen der *Arthropoden* sehr ähnlich sind, kränkeln die Tiere und sterben namentlich in der Gefangenschaft leicht ab.



Fig. 536. Hinteres Rumpfe mit hinteren Extremitäten und Schwanzbasis einer Eidechse (aus Leunis-Ludwig), a Kloakenspalte, b Schenkelporen, scs Analschild.

Alle *Lepidosaurier* sind im Skelett an der schlanken Beschaffenheit der Schädelknochen (Fig. 26, 530, 531) zu erkennen, welche namentlich bei den *Sauriern* einen nur unvollkommenen Abschluß der Schädelkapsel bewirkt. Das Quadratbein ist beweglich am Schädel befestigt. Die innere Choane liegt, wie bei Amphibien, weit vorn an der Schädelbasis (Fig. 526 Ch), doch beginnt schon die Bildung des harten Gaumens. In der Scheidewand der Herzkammer ist eine weite Kommunikation zwischen linkem und rechtem Abschnitte vorhanden. — Die 3 Ordnungen der *Lepidosaurier* sind einander nahe verwandt und durch so viele Übergangsformen verbunden, daß eine scharfe Scheidung kaum möglich ist.

I. Ordnung. Prosaurier, Rhynchocephalen.

Die *Rhynchocephalen* gleichen den Eidechsen nicht nur in ihrer gesamten Körperform (4 fünfzehige Extremitäten), sondern auch in wichtigen anatomischen Merkmalen: Bau des Schultergürtels, Anordnung der Palatinreihe (kein harter Gaumen), Anwesenheit des Epipterygoids (Pseudocolumella), quere Kloakenspalte, Bau der Lunge. Zugleich leiten sie aber auch zu den *Hydrosauriern*, besonders den Crocodilen über, da ein doppelter Jochbogen vorhanden und das Quadratum am Schädel fest verbunden ist. Merkwürdig ist das mächtige Bauchsternum mit Bauchrippen, die Processus uncinati der rechten Rippen und das gänzliche Fehlen von Begattungsorganen. Die Chorda ist sehr unvollkommen verdrängt, die Wirbel daher amphicöl. Da die *Rhynchocephalen* schon in den den paläozoischen Formationen (*Proterosaurier* und *Mesosaurier* im Perm) auftreten und somit zu den ältesten Reptilien gehören, betrachtet man sie als nahe Verwandte der Stammformen, aus denen sowohl die Eidechsen, als auch die Crocodile, vielleicht auch die Schildkröten hervorgegangen sind. Der einzige lebende Vertreter, *Sphenodon* (*Hatteria*) *punctata* Gray, lebt auf kleinen Inseln bei Neu-Seeland.

II. Ordnung. Saurier, Echsen.

Die Saurier oder eidechsenartigen Reptilien unterscheidet man von den *Schlangen* meist an den vier gut entwickelten Extremitäten; allein es gibt einige Formen, welche, obwohl unzweifelhafte Saurier, wie die *Blindschleichen* und *Ringelegchen*, vollkommen extremitätenlos und daher schlangenähnlich sind. Zum Erkennen dieser rückgebildeten Saurier kann dann dienen, daß Reste des Extremitätenskeletts, das Schulterblatt und das an der Wirbelsäule festsitzende Darmbein, vor allem aber das bei Schlangen nie auftretende Sternum, erhalten sind. — Im Schädel treffen wir einen eigentümlichen, wahrscheinlich vom Quadratum abgegliederten Knochen, der nur bei Sauriern und *Rhynchocephalen* (vielleicht in abweichender Form auch bei *Schildkröten*) vorkommt, hier aber mit Ausnahme der *Amphisbänen* und *Chamäleons* allgemein verbreitet ist (Fig. 537 *co*). Er steigt senkrecht vom Ptery-

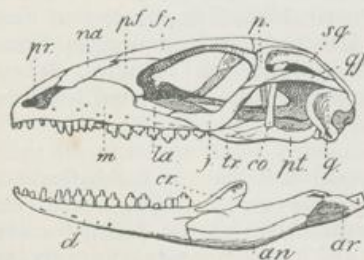


Fig. 537. Schädel von *Ameiva vulgaris*. *pr* Prämaxillare, *na* Nasale, *pf* Präfrontale, *fr* Frontale, *p* Postorbitale (darüber und darunter das Parietale), *sq* Squamosum, *qj* Quadratojugale (meist als Squamosum oder Supratemporale gedeutet), *q* Quadratum, *pt* Pterygoid, *co* Columella Epipterygoid, *tr* Transversum, *j* Jugale, *la* Lacrymale, *m* Maxillare, *ar* Articulare, *an* Angulare, *d* Dentale, *c* Coronoideum.

goid zum Parietale des Schädeldaches auf und hieß früher wegen seiner schlanken Gestalt „Columella“; er wird besser Epipterygoid genannt, da jener Name in der Reptilienanatomie schon für das gleichfalls schlanke Hyomandibulare vergeben ist. — Die Knochen der Kieferreihe sind fest untereinander verbunden, so daß die von ihnen umschlossene Mundspalte keiner besonderen Erweiterung fähig ist; sie werden durch einen oberen Jochbogen (vgl. S. 544) an das Quadratbein angeschlossen. In der

äußeren Erscheinung der Saurier ist bemerkenswert die Anwesenheit von Augenlidern, besonders der Nickhaut, und das Vorkommen des Trommelfells, welches die durch die Ohrtrumpete in den Pharynx mündende Trommelhöhle nach außen abschließt. Nur die *Amphisbänen* machen eine Ausnahme, indem Augenlider, Trommelfell und Trommelhöhle fehlen; Verwachsung der Augenlider zu einer durchsichtigen Membran nach Art der Schlangen findet sich auch bei den *Ascaloboten*.

I. Unterordnung. *Ascaloboten*. Eidechsen mit breiter, vorstreckbarer Zunge, unvollkommen verknöchertem Skelett, mit persistenter Chorda und amphicölen Wirbeln; die Haut mehr gekörnelt als beschuppt. Die meisten Arten haben an den Enden der Zehen rauhe Haftlappen, welche es ihnen ermöglichen, an senkrechten Wänden oder sogar an der Unterseite von Zimmerdecken zu laufen. *Tarentola mauritanica* L. (*Ascalobotes fascicularis* Daud.) Gecko.

II. Unterordnung. *Crassilinguier*. Zwei im Bau des Skeletts und der Lungen übereinstimmende Familien, *Iguaniden* und *Agamiden*, haben ein weiteres gemeinsames Merkmal in der dicken, fleischigen, aus dem Mund gar nicht oder kaum vorstreckbaren Zunge. Die *Iguaniden* oder *Leguane*, auf Amerika beschränkt, oft mit abenteuerlichen Rückenkämmen und Halssäcken ausgerüstet, sind pleurodont, d. h. ihre Zähne sind auf der inneren Seite des Kiefers festgewachsen. *Basiliscus americanus* Laur. Die altweltlichen *Agamiden* sind acrodon, d. h. die Zähne sitzen auf der Kieferkante: *Draco volans* L., ein kleiner Saurier mit seitlichen, von Rippen gestützten Hautfalten, welche durch Spreizen der Rippen zu einem Fallschirm ausgebreitet werden können.

III. Unterordnung. *Fissilinguier*. Die dünne und lange, am freien Ende in zwei Zipfel gespaltene Zunge kann weit aus dem Munde hervorgestreckt und bei *Varanus* in eine besondere Scheide zurückgezogen werden. — Amerikanisch sind die *Tejiden* (*Ameividen*): *Ameiva surinamensis* Laur.; Bewohner der Alten Welt sind die *Lacertiden*: die in Deutschland einheimischen *Lacerta agilis* L. und die lebendig gebärende *L. vivipara* Jacq., am Südsüdhang der Alpen die viel größere smaragdgrüne *L. viridis* Laur. Die ebenfalls der Alten Welt angehörenden größten lebenden Saurier, die *Varaniden*, stehen den übrigen *Fissilinguier* anatomisch sehr entfernt. *Varanus niloticus* L., welcher den Crocodileiern nachstellen soll. Durch Verkümmern der Extremitäten und Knochenschuppen zeichnen sich die *Scinciden* aus: *Scincus officinalis* Laur.

IV. Unterordnung. *Brevilinguier*. Die kurze Zunge ist am Ende eingekerbt, das Innere der Hornschuppen von Knochenschuppen gestützt. Es besteht eine Neigung zur Rückbildung der Extremitäten. *Anguinen*: *Anguis fragilis* L., die schlangenähnliche, extremitätenlose, lebendig gebärende *Blindschleiche*, *Ophisaurus apus* P. (*Pseudopus Pallasii* Cuv.), Scheltopusik mit rudimentären Beinen.

V. Unterordnung. *Annulaten*. Die *Ringelechsen* oder *Amphisbänen* sind sowohl in Gestalt als auch manchen anatomischen Merkmalen schlangenähnlich. Columella (Epipterygoid) und Extremitäten fehlen, wenn auch das Becken, bei *Chirotes* sogar Sternum und kleine Vorderbeine erhalten bleiben. Trommelfell und bewegliche Augenlider fehlen. Die rechte Lunge ist rückgebildet, die linke langgestreckt. Die Augen sind rudimentär, da die Tiere, in der Erde vergraben, meist in Ameisenhaufen leben. Ein sehr charakteristisches Merkmal ist die durch Quer-

und Längsfurchen in viereckige Tafeln abgeteilte Haut. *Blanus* (*Amphisbaena*) *cinerus* Vand., Südeuropa.

VI. Unterordnung. *Vermilinguien*. Die *Chamäleontiden*, die einzige Familie der Gruppe, haben eine lange, fleischige Zunge, welche am Boden der Mundhöhle zusammengerollt liegt, zeitweilig aber hervorgeschleudert wird, um mit dem äußersten, verbreiterten, schleimbedeckten Ende Insekten zu fangen. Weitere Merkmale sind die irisartig functionierenden, ringförmigen Augenlider, die Kletterfüße, an denen die 3 Mittelzehen verwachsen sind, die 2 Außenzehen nach rückwärts gedreht werden können, der lange Kletterschwanz, der Mangel des Epipterygoids, der Clavicula, des Episternum, des Trommelfelles und der Trommehöhle. Am bekanntesten sind die Chamäleons wegen des lebhaften Spieles ihrer Chromatophoren, deren wechselnde Kontraktionszustände den sprichwörtlich gewordenen Farbenwechsel verursachen. *Chamaeleon vulgaris* Daud. in Südspanien und Nordafrika.

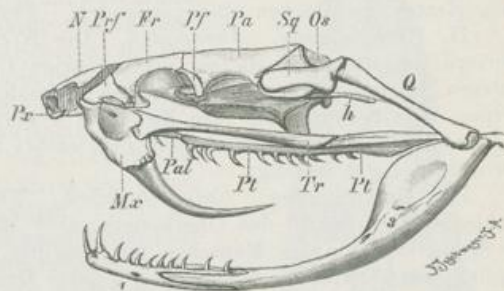
Den Eidechsen stehen ferner sehr nahe die *Pythonomorphen* der Kreide, langgestreckte Meeresreptilien mit kräftigem Ruderschwanz und flossenartigen vorderen und hinteren Extremitäten.

III. Ordnung. Ophidier, Schlangen.

Die Schlangen unterscheiden sich von den meisten Sauriern durch den Mangel der Extremitäten und die damit zusammenhängende gleichförmige Beschaffenheit der langgestreckten Wirbelsäule, in welcher man nur noch Rumpf- und Schwanzwirbel auseinander halten kann. Den Schwanzwirbeln und im Atlas fehlen die Rippen, alle übrigen Wirbel tragen lange äußerst bewegliche Rippen, welche zur Fortbewegung dienen, indem sie den Körper auf ihren distalen, durch ein Ligament verbundenen Enden balancieren. Da es nun Saurier ohne Gliedmaßen gibt, so ist weiter zu beachten, daß bei den Schlangen auch Extremitätengürtel: Scapula, Ilium und namentlich das Sternum, verloren gegangen sind; nur die *Riesenschlangen* haben noch Reste der hinteren mit einer Klaue endenden Extremität und des Beckens, welches aber die Wirbelsäule nicht mehr erreicht. Zur weiteren Unterscheidung fußloser Saurier und echter Schlangen diene die Beschaffenheit der Sinnesorgane und der Kiefer. Von den Hilfsapparaten des Gehörs ist die Columella zwar vorhanden, dagegen fehlen Trommelfell, Paukenhöhle und Ohrtrompete. Auch die Augenlider scheinen bei flüchtiger Untersuchung zu fehlen; eine genauere Untersuchung lehrt jedoch, daß sie vor der Cornea, von ihr durch den Tränensack getrennt, zu einer uhrglasartigen, durchsichtigen Membran (vordere Cornea) verwachsen sind, welche dem Auge der Schlangen den starren, gläsernen Blick verleiht. — Der Kieferapparat (Fig. 533, 538) zeichnet sich durch seine enorme Dehnbarkeit aus, welche es den Schlangen gestattet, ganze Tiere, die einen größeren Durchmesser haben als sie selbst, zu verschlucken, nachdem sie dieselben — *Riesenschlangen* z. B. kleine Wiederkäuer — umringelt und zermalmt haben. Die Dehnbarkeit hat zum Teil ihre Ursache darin, daß die Unterkiefer in der Symphyse nur durch elastische Bänder verbunden und daß die Kiefer- und Gaumenknochen (mit Ausnahme des kleinen Zwischenkiefers) am Schädel beweglich angebracht sind. Ferner sind fast alle in Betracht kommenden Knochen, die Squamosa (*Sq.*), Quadrata (*Q.*) und Transversa (*Tr.*), langgestreckt und schlank. Ganz besonders aber wird die freie Beweglichkeit des Kieferapparates gewährleistet für den Oberkiefer

durch den gänzlichen Mangel des Jochbogens, für den Unterkiefer dadurch, daß sein Träger, das Quadratum, durch Einschalten des Squamosum vom Schädel weit abgerückt ist. Um den Bissen durch die Mundspalte in den Schlund und die Speiseröhre hinunterzuschieben, sind die Knochen der Gaumenreihe mit hakenförmigen, sich in das Opfer einschlagenden Zähnen bewaffnet. Eine weite Ausdehnung des Darms endlich wird ermöglicht durch die Nachgiebigkeit seiner Wand und die große Beweglichkeit der ventral durch kein Sternum zusammengehaltenen Rippen.

Fig. 538. Schädel der Grubenotter (aus Boas). *Px* Prämaxillare, *N* Nasale, *Prf* Präfrontale, *Fr* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Pa* Parietale, *Sq* Squamosum, *Ox* Occipitale superius, *Q* Quadratum, *h* Hyomandibulare (Columella), *Pt* Pterygoid, *Tr* Transversum, *Pal* Palatinum, *Mx* Maxillare, *i* Dentale, *s* Articulare.



Die Bezahnung ist bei den nicht giftigen Schlangen eine gleichförmige auf Kiefer- und Gaumenknochen (Fig. 533). Vomer und meist auch die untereinander verwachsenen Praemaxillaria sind von der Bezahnung ausgeschlossen. Bei den giftigen Arten (Fig. 538) dagegen treten im Oberkiefer die Giftzähne auf, die sich von den übrigen Zähnen durch ihre besondere Größe und ihre Verbindung mit einer umfangreichen Giftdrüse unterscheiden. Der Ausführungsgang der Drüse mündet an der Basis des Zahns; das Gift, welches aus ihm beim Biß infolge des durch die Kaumuskeln auf die Drüse ausgeübten Drucks hervorquillt, wird auf der vorderen Seite des Zahns entweder durch eine Rinne (Furchenzähne) bis zur Spitze fortgeleitet (Fig. 549 A) oder, wenn die Ränder der Rinne miteinander verwachsen (Fig. 539 B), durch einen an Basis und Spitze geöffneten Kanal (Röhrenzähne). Bei Schlangen mit Furchenzähnen finden sich vor oder hinter denselben noch gewöhnliche Zähne; hat sich der Giftzahn dagegen zum Röhrenzahn vervollkommen, so ist er der einzige funktionierende Zahn des kleinen, ihm als beweglicher Sockel dienenden Oberkiefers (Fig. 538), während einige an Größe abnehmende Zähne, welche hinter ihm stehen können, nur zum Ersatz bestimmt sind.

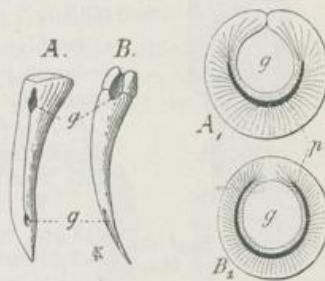


Fig. 539. Giftzähne. A Furchenzahn einer Brillenschlange, B Röhrenzahn einer Klapperschlange, A₁ B₁ die zugehörigen Querschnitte, g Giftkanal, p Pulpahöhle (nach Boas).

Aus der inneren Anatomie verdient die asymmetrische Beschaffenheit der Lungen Beachtung. Schon bei den Riesenschlangen ist die linke

Lunge erheblich kleiner als die andere; sie ist bei *Nattern* und *Giftschlangen* rudimentär oder ganz geschwunden. Bei den *Typhlopiden* scheint umgekehrt die rechte rückgebildet zu werden. Die bei *Sauriern* vorhandene Harnblase fehlt. Die Excrete, vorwiegend Harnsäure, gelangen als feste Masse in die Kloake und bilden den Hauptteil der Schlangensexcrete, da bei der außerordentlich verdauenden Kraft des Schlangemagens nur spärliche Faeces entleert werden.

I. Unterordnung. *Angiostomen*. Bei einer Reihe kleiner, in der Erde wühlender blinder Schlangen, *Typhlopiden*, ist die Mundspalte noch nicht dehnbar, da die Tiere von kleinen Insekten leben; Transversum fehlt, Reste vom Becken sind vorhanden. *Typhlops vermicularis* Merr.

II. Unterordnung. *Peropoden*. Die *Riesenschlangen* stehen den Sauriern am nächsten, da sie noch paarige Lungen und Stummeln von hinteren Extremitäten, dagegen keine Giftzähne haben; sie sind teils vivipar, teils bebrüten sie ihre Eier; sie erwürgen ihre Beutetiere durch ihre enorme Muskelkraft. *Python reticulatus* Schn., 6–9 m lang; *Boa constrictor* L., 4 m lang.

III. Unterordnung. *Colubriformien*. Natterartige Schlangen mit reichlicher Bezahnung des Oberkiefers, aber ohne Extremitätenstummel. Die Tiere sind für den Menschen teils ungiftig, teils giftig, ohne daß es möglich wäre, zwischen beiden eine scharfe Grenze zu ziehen. Ungiftig sind die *Aglyphen*, bei denen keine Furchenzähne vorhanden sind: *Tropidonotus natrix* L., Ringelnatter, *Coronella austriaca* Laur., glatte Natter, *Coluber longissimus* Laur., Äsculapschlange. Giftig sind die *Proteroglyphen*, da Furchenzähne vorhanden sind, die in der Nähe der



Fig. 540. Kopf der Kreuzotter (nach Blanchard).

Mündung der Giftdrüse am vorderen Ende des Oberkiefers, stehen, gefolgt von einer Reihe gewöhnlicher Zähne. *Elapiden*: *Naja haje* L., Kleopatraschlange, *N. tripudians* Merr., Brillenschlange mit der Zeichnung eines Pincenez auf dem Nacken. *N. bungarus* Schleg. (*Ophiophagus elaps*), die größte 4 m lange Giftschlange. *Hydrophiden*, Wasserschlangen mit ruderartig abgeplattetem Schwanz. *Hydrus platurus* L. Verdächtig giftiger Wirkung sind die *Opisthoglyphen*, bei denen einige der hintersten Oberkieferzähne gefurcht sind. *Dipsadiden*: *Dryophis prasinus* Boie.

IV. Unterordnung. *Solenoglyphen*. Die giftigsten Schlangen haben einen stark verkürzten, sockelförmigen Oberkiefer, auf dem nur ein einziger funktionierender Röhrenzahn nebst einigen Reservezähnen sitzt (Fig. 538). *Viperiden*: *Vipera* (*Pelias*)

berus L., Kreuzotter, lebendig gebärend (Fig. 540), *V. aspis* L., *V. ammodytes* L., Sandvipere. *Crotaliden*, Grubenottern: *Crotalus durissus* L., von einer Anzahl raschelnder Hornanhänge am Schwanz Klapperschlange genannt.

II. Unterklasse.

Hydrosaurier.

Die mit Vorliebe das Wasser aufsuchenden oder ausschließlich daselbst lebenden *Crocodile* und *Schildkröten* werden unter dem Namen „Hydrosaurier“ vereint, weil sie in vielen wichtigen anatomischen Merk-

malen übereinstimmen. Sie besitzen eine längsovale Kloakenspalte, an deren vorderem Ende ein unpaarer, erectiler, zur Begattung dienender Höcker liegt. Der Hautpanzer ist von ganz außergewöhnlicher Festigkeit und sowohl aus Knochenplatten wie dicken Hornschildern gebildet. Auch der Schädel hat einen massiven Charakter, da die Knochen zu breiten Lamellen geworden und fest zusammengefügt sind, was besonders für das vollkommen unbewegliche Quadratbein gilt (Fig. 541). Weitere gemeinsame Merkmale des Schädels sind endlich der Jochbogen und der harte Gaumen, letzterer eine knöcherne Scheidewand, durch welche von der primitiven Mundhöhle eine die Nasenhöhle vergrößernde obere Etage abgetrennt wird. Die Scheidewand entsteht, indem die Praemaxillaria und Maxillaria von links und rechts horizontale, in der Mittellinie zusammenstoßende Fortsätze (Gaumenfortsätze) aussenden. Bei den *Schildkröten* ist häufig zwischen die Maxillaria der Vomer in das Gaumendach eingefügt. Bei den *Crocodylen* wird die Scheidewand durch Fortsätze der Palatina und Pterygoidea nach rückwärts verlängert, so daß die Choanen weit hinten an der Schädelbasis münden.

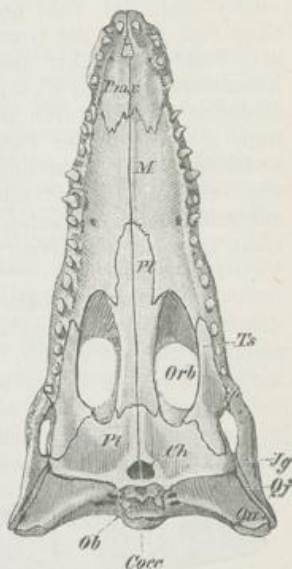
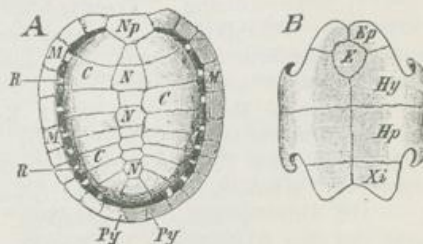


Fig. 541. Schädel eines *Crocodils*, von unten gesehen. Pmx Prämaxillare, M Maxillare, Pl Palatinum, Ts Transversum, Pt Pterygoid, Jg Jugale, Qj Quadratojugale, Qu Quadratum, Ob Basioccipitale, Cocc Condylus occipitalis, Orb Orbita, Ch Choane (aus Wiedersheim).

IV. Ordnung. Chelonier, Schildkröten.

Die Schildkröten bilden eine schon durch ihre äußere Erscheinung scharf umschriebene Gruppe, da ihr auffallend gedrungener Körper in eine feste Skelettkapsel (Fig. 542, 543) eingeschlossen ist, aus welcher

Fig. 542. Carapax (A) und Plastron (B) von *Testudo graeca*, N Neuralplatten, C Costalplatten, M Marginalplatten, Np Nuchalplatte, Pp Pygalplatten, Ep Epiplastron, E Entoplastron, Hy Hyoplastron, Hp Hypoplastron, Xi Xiphoplastron, R Rippen (aus Wiedersheim).



nur der Kopf, der Schwanz und die vier Beine hervorschauen. Die Kapsel besteht aus einer dorsalen, stark gewölbten und einer flacheren, ventralen Platte, die meist seitlich fest verbunden sind und Carapax (A) und Plastron (B) heißen. Die Grundlage beider Platten sind Knochenplatten, die in Längsreihen hintereinander stehen. Am Carapax unterscheidet man fünf Längsreihen, die medianen unpaaren Neuralplatten (N), so genannt, weil mit ihnen die Dornfortsätze verbunden sind, links und rechts die mit den Rippen zusammenhängenden Costalplatten (C), zu

äußerst die selten fehlenden Marginalplatten (*M*). Das Plastron besteht aus zwei Knochenreihen, zwischen welche sich vorn ein unpaares Stück (als Episternum gedeutet) einschiebt; es steht bei den meisten Schildkröten mit dem inneren Skelett in keinem Zusammenhang, da ein Sternum fehlt, der Beckengürtel aber nur selten mit dem Plastron verwächst. Überzogen werden die Knochenreihen bei den meisten Schildkröten von Längsreihen von Hornschildern, deren Zahl und Anordnung im allgemeinen mit der Zahl und Anordnung der Knochentafeln übereinstimmt, ohne daß jedoch die Grenzkonturen beider zusammenfielen. Am knöchernen Panzer gewahrt man daher zweierlei Linien, die Nahtlinien der Knochentafeln, und dieselben schneidend andere Linien, welche durch den Abdruck der Konturen der Hornplatten, „des Schildpatts“, hervorgerufen sind. — Nächste der Panzerung ist für die Schildkröten am charakteristischsten die Rückbildung der Zähne; Oberkiefer und Unterkiefer sind wie bei *Vögeln* mit scharfen Hornscheiden oder bei Mangel derselben mit schneidenden Kanten versehen und sind daher bei größeren Formen nicht zu unterschätzende Angriffswaffen.

Nach der Beschaffenheit des Hautpanzers und der Beine stehen sich 2 Extreme gegenüber, *Land-* und *Seeschildkröten*; erstere haben plumpe Füße mit vorn 5, hinten 4 Krallen tragenden Zehen, letztere haben Ruderplatten, an denen meist die Krallen fehlen; erstere zeigen Carapax und Plastron zu einer hochgewölbten Kapsel vereint, in welche Kopf, Schwanz und Beine zurückgezogen werden können; bei letzteren sind Carapax und Plastron wenig oder gar nicht verwachsen, flach gewölbt und unzureichend, um Kopf und Beine zu bergen.



Fig. 543. *Chelone imbricata* (aus Hajek).

Zwischen beiden Extremen vermitteln die Süßwasserschildkröten. Die ältere auf diese Unterschiede basierende Einteilung ist in der Neuzeit durch ein anatomisches System ersetzt worden.

I. Unterordnung. *Trionychoideen*, in Flüssen lebende, äußerst räuberische Schildkröten, mit weichen Lippen, deren Integument noch weichhäutig (kein Schildpatt) ist, deren Kiefer keine Hornscheiden besitzen; Carapax und Plastron sind nicht verwachsen; Randplatten fehlen. Die Füße sind Ruderplatten mit 3 Krallen. *Trionyx ferox* Sch.

II. Unterordnung. *Pleurodiren*. Becken mit Plastron und Carapax verwachsen; die Tiere schützen den Kopf, indem sie den Hals seitlich einbiegen. *Podocnemis expansa* Schw., *Chelys fimbriata* Schn.

III. Unterordnung. *Cryptodiren*. Die Extremitätengürtel verwachsen nicht mit der Kapsel, der Kopf wird durch eine S-förmige vertikale Einkrümmung des Halses zurückgezogen. *Testudiniden* mit plumpen Füßen. Land- oder Sumpfbewohner: *Testudo graeca* L. *T. elephantina* D. B. (Aldabrainseln) und *T. ephippium* (Galapagos) gehören zu den mehrere Zentner schweren Riesenschildkröten; *Emys orbicularis* L. (*lutaria* Schn.), Sumpfschildkröte. *Cheloniden*, Meerschildkröten und Ruderplatten. *Thalassochelys caretta* L. und *Chelone Midas* L., wegen ihres wohl-schmeckenden Fleisches und ihrer Eier gejagt; *Chelone imbricata* L. liefert allein das technisch verwertbare Schildpatt.

IV. Unterordnung. *Atheca*. Eine Meerschildkröte, die 2 m große, bis zu 600 kg schwere *Dermochelys* (Spharyis) *coriacea* L., unterscheidet sich von allen Schildkröten dadurch, daß der Carapax aus zahlreichen mosaikartigen Knochenplatten besteht und mit dem Achsenskelett nicht verschmilzt; Haut lederartig.

V. Ordnung. Crocodilier.

Die Crocodilier stehen vermöge ihres langgestreckten Körpers zu den gedrunghenen Schildkröten in einem ausgesprochenen Gegensatz. Ihre Haut ist ebenfalls stellenweise von Knochentafeln fest gepanzert, welche aber nicht untereinander verschmelzen und von Hornschildern, die ihnen in der Abgrenzung entsprechen, überzogen werden. Die Ohröffnungen können durch Hautklappen, die Nasen durch wulstige Ränder geschlossen werden. Ein mit Rippen verbundenes Sternum ist vorhanden; an dasselbe schließt sich nach rückwärts ein mit Abdominalrippen verbundenes Abdominalsternum an. Die zu einer langen Schnauze ausgezogenen Kiefer tragen zahlreiche kegelförmige Zähne, welche im Gegensatz zu den meisten übrigen Reptilien den Knochen nicht aufgewachsen, sondern in besonderen Alveolen eingekeilt sind (thecodont). — Über die Beschaffenheit des Geschlechtsapparats, Gaumens (Fig. 541) und des Herzens (Fig. 547) wurde schon das Nötige gesagt.

Die Crocodile bewegen sich langsam auf dem Lande, sind dagegen vermöge ihrer durch Schwimmhäute verbundenen Hinterzehen und eines kräftigen Ruderschwanzes vortreffliche Schwimmer. In der Kloake am Rücken und am Unterkiefer münden paarige Hautsäckchen (Moschusdrüsen). Die drei recenten Familien *Crocodyliden* (*Crocodylus niloticus* Laur.), *Alligatoriden* (*Alligator mississippiensis* Daud.) und *Gavialiden* (*Gavialis gangeticus* Gm.) bilden nur ein Überbleibsel einer in früheren Perioden der Erdgeschichte formenreichen Gruppe.

Anhang.

Eine wesentliche Bereicherung hat die Kenntnis der *Reptilien* durch paläontologische Funde erfahren, welche uns zum Teil mit ganz neuen, nicht mehr existierenden Ordnungen, zum Teil mit Bindegliedern zwischen den recenten Ordnungen bekannt gemacht haben. Den Übergang zu den *Amphibien*, speziell den *Stegocephalen* vermitteln die meist noch zu letzteren gerechneten Gattungen *Eryops* und *Cricotus*, ferner die ebenfalls dem Perm angehörigen *Cotylosaurier* (*Labidosaurus hamatus* Cope), welche im wesentlichen den *Stegocephalen* ähnlich sind, aber schon den unpaaren Condylus und das rudimentäre Parasphenoid der *Reptilien* besitzen. Den Sauriern schließen sich außer den oben erwähnten *Pythonomorph*en die in Jura und Kreide häufigen *Pterosaurier* oder *Flugsaurier* (*Pterodactylus elegans* A. Wagn.) an, welche durch ihr Flugvermögen, die pneumatische Beschaffenheit der Knochen und die Gestalt ihres Schädels an die Vögel erinnerten, sich aber von ihnen dadurch wesentlich unterschieden, daß sie keine Federn hatten und nach Art der Fledermäuse mit einer Flughaut flogen, welche sich zwischen dem Rumpf und den vorderen und hinteren Extremitäten ausdehnte und durch den enorm langen, fünften Finger der Hand gespannt wurde.

Durch schnauzenartig ausgezogene Kiefer, in denen die Zähne in Alveolen oder Rinnen eingekeilt waren, feste Verbindung des Quadrat-

beines mit dem Schädel, massiven Charakter der Schädelknochen erinnerten die häufig riesigen *Plesiosaurier* und *Ichthyosaurier* an die Crocodile: beide in Trias, Lias und Jura besonders ausgebildeten Gruppen bestanden aus räuberischen Meeresbewohnern mit flossenartig gestalteten Extremitäten nach Art der *Cetaceen*; die *Plesiosaurier* waren schlank, mit langer Halswirbelsäule, die *Ichthyosaurier* von gedrungener Körperform, mit senkrechter Rücken- und Schwanzflosse, zum Teil sicher vivipar (*Plesiosaurus macrocephalus* Ow., *Ichthyosaurus communis* Conyb.). Einen besonders massiven Charakter endlich erreichte das Reptilienskelett bei den teils paläozoischen, teils mesozoischen *Theromorphen* und den ausschließlich mesozoischen *Dinosauriern*. In beiden Gruppen war die Zahl der Sacralwirbel gewöhnlich auf 3—6 (selten 10) vermehrt. Unter den *Theromorphen*, bei denen sich noch Anklänge an *labyrinthodonte* Amphibien ergeben, erinnern die *Anomodontien* an Schildkröten, indem die Bezahnung ganz (*Oudenodon*) oder bis auf 2 Zähne im Oberkiefer (*Dicynodon pardiceps* Owen) rückgebildet und wahrscheinlich durch Hornscheiden ersetzt war; auch besaßen sie einen harten Gaumen, gebildet von Praemaxillaria, Maxillaria, Palatina und Vomer und plumpe Extremitäten wie die Schildkröten. Andere Formen (*Theriodontien*) entwickelten ein heterodontes Gebiß ähnlich den *Säugetieren*, mit denen sie auch sonst viel Ähnlichkeit besaßen (Bau des Beckens, des Tarsus, des Jochbogens, bei manchen Arten beginnende Sonderung des unpaaren Condylus in zwei Stücke). Die *Dinosaurier* waren die riesigsten Landtiere, welche je gelebt haben; manche von ihnen waren 12—30 m lang und 4—6 m hoch und benutzten nach Art der Känguruhs ihren gewaltigen Schwanz als Stütze (*Brontosaurus excelsus* Marsh, *Triceratops flabellatus* Marsh, *Iguanodon Bernissartensis* Boul.). Gewisse Dinosaurier (*Theropoden*, *Ornithopoden*) wurden früher für Vorläufer der Vögel gehalten nicht nur wegen der Pneumatizität der Knochen, sondern auch wegen des nach rückwärts gerichteten, dem Os ischii parallelen Os pubis und der beginnenden Verschmelzung der Tarsalia mit der Tibia und den Metatarsen (Intertarsalgelenk von *Compsognathus longipes* A. Wagn.); sie unterscheiden sich aber von ihnen durch feste Verbindung des Quadratsbeins mit dem Schädel.

VI. Klasse.

Aves, Vögel.

Die Vögel stehen den *Reptilien* besonders im Bau ihres Skeletts so nahe und sind mit ihnen noch enger durch ausgestorbene Zwischenformen verbunden, daß von vielen Seiten eine Vereinigung beider Klassen unter dem Namen „*Sauropsiden*“ befürwortet worden ist. Bei aller Anerkennung dieser nahen Verwandtschaft müssen wir betonen, daß die Klasse vermöge der eigentümlichen Ausbildung ihrer Flugorgane und der Befiederung der Haut einen scharf umschriebenen, einheitlichen Charakter gewonnen hat, welcher eine getrennte Behandlung nötig macht.

Integument.

Die Haut der Vögel ist an manchen Stellen, wie z. B. am unteren Abschnitt der hinteren Extremitäten, noch nach der Art der *Reptilien* mit Hornschuppen und Schildern, an den Spitzen der Zehen, selten auch der Finger, auch mit Krallen bewehrt; an den meisten Stellen der Körperoberfläche ist sie aber zart und dünn, da die Lederhaut und das Stratum corneum schwach entwickelt sind. Periodische Häutungen finden nicht

mehr statt, indem die Hornschicht wie bei *Säugetieren* eine allmähliche Erneuerung erfährt. Diese Beschaffenheit der Haut steht in Zusammenhang mit dem Auftreten des schützenden Federkleides. Die Vogelfeder ist wie das Haar der Säugetiere ein ausschließliches Horngebilde, nur von viel komplizierterem Bau. Die Hornsubstanz bildet eine feste Achse, den Federkiel oder Scapus, von welchem links und rechts seitliche Fortsätze, die Äste oder Rami, ausgehen. Der Federkiel ist solid, soweit er die Äste trägt (Rhachis oder Schaft), am unteren Abschnitt dagegen ist er hohl (Calamus oder Spule). Der Calamus ist tief in die Lederhaut eingelassen, in den Federbalg, und mit Muskelchen versehen, die die Bewegungen der Feder (Sträuben des Gefieders, Ausbreiten der Schwung- und Steuerfedern an Flügel und Schwanz) veranlassen. Sein Hohlraum ist bei vielen ausgebildeten Federn bis auf trockene Gewebsüberreste (die „Federseele“) leer; bei jungen, noch wachsenden Federn ist er ausgefüllt von einem blutgefäßreichen Bindegewebe, der Federpapille, welche von der Lederhaut aus in das basale Ende des Scapus eindringt und die bedeckende, das Wachstum der Feder ermöglichende Zellschicht (Stratum Malpighii) ernährt. Man kann daher die Feder auffassen als einen langen Hornauswuchs der Haut, welcher auf einer Papille der Lederhaut sich entwickelt hat und von der Oberfläche aus eine Strecke weit in die Lederhaut eingesenkt worden ist, eine Auffassung, die vollkommen der Entwicklung der Federn entspricht und ihre Gleichartigkeit mit den Schuppen der *Reptilien* dartut. — Bei manchen Vögeln (*Casuar*) kommen aus demselben Federbalg zwei gleich gut entwickelte Federn. Rückbildung der einen macht es verständlich, daß bei vielen Vögeln der Federachse das Rudiment einer zweiten Feder, der Afterschaft oder die Hyporhachis, von unten angefügt ist.

Bei den Konturfedern (Pennae) schließen die Äste (Rami) mit Ausnahme einiger weniger, welche am unteren Ende des Vexillums ein flaumartiges Büschel bilden, zur Federfahne (Vexillum) dicht zusammen; sie liegen links und rechts vom Schaft einander genau parallel und wiederholen — ein jeder einzelne für sich — im kleinen das Bild, welches die gesamte Feder ergibt: wie diese mit den Ästen, sind die Äste in fiederiger Anordnung links und rechts mit den Radien ausgerüstet. Die Radien bedingen den festen Zusammenschluß des Vexillums, da bei der großen Nähe benachbarter Äste die zugewandten Radien sich in ihrem Verlauf kreuzen und decken; dabei greifen die hinteren mit gebogenen Häkchen, den Radioli, von oben zwischen die vorderen ein. — Von den Konturfedern unterscheiden sich die Dunen (Plumae) durch den Mangel der Radioli und die lockere Anordnung der weichen Äste. — Da die Federn aus Hornsubstanz bestehen, deren Zellen fest zusammenhalten und sich nur bei den Puderdunen allmählich abschilfern, unterliegen sie denselben Bedingungen wie das Schuppenkleid der *Lepidosaurier*; alljährlich müssen die Federn abgeworfen und durch neue ersetzt werden (Mauser). — Junge Vögel oder Vogelembryonen besitzen zunächst nur Dunen; erst später entstehen die Konturfedern, meist in regelmäßiger Anordnung in den Federfluren oder Pterylen, zwischen denen die Raine oder Apterien übrig bleiben, in welchen zumeist Dunen angebracht sind (Fig. 544). Die meisten Konturfedern bilden, indem sie sich dachziegelartig übereinander legen, die feste Decke des Gefieders, unter welcher die Dunen oder die Halbdunen, Übergänge zu Konturfedern, als ein wärmendes Futter liegen (Fig. 538). Außer diesen Deckfedern oder Tectrices

(*D*, *D*) unterscheidet man noch die großen, zum Flug dienenden Konturfedern des Flügels, die Remiges oder Schwungfedern und die den Flug steuernden Schwanzfedern, Rectirices oder Steuerfedern (*Sz*). Die großen Schwungfedern bilden die Grundlage des Flügels und entspringen von dem der Hand korrespondierenden Abschnitt der vorderen Extremität (Carpus, Metacarpus, Phalangen) — Handschwingen (*HS*) — und vom

Fig. 544.



Fig. 545.



Fig. 544. Federfluren und Raine der Taube vom Rücken (aus Leunis-Ludwig).

Fig. 545. Das Gefieder von *Falco tinnunculus* (aus Schmarda). *HS* Handschwingen, *AS* Armschwingen, *EF* Eckflügel (Alula), *SF* Schulterfittich (Parapterum), *D*, *D'*, *D''* Deckfedern, *Sz* Steuerfedern (Rectrices), *Bz* Bürzel, *L* Lauf, *Zh* Zehen, *N* Nacken, *Br* Brust, *Ba* Bauch, *K* Kehle, *W* Wange, *H* Hinterhaupt, *Sch* Scheitel, *St* Stirn, *WH* Wachshaut mit Nasenlöchern, *F* Firste des Oberschnabels, *D'* Dillen- kante des Untersnabels.

Unterarm — Armschwingen (*AS*). — Sie sind an ihrer Basis von Deckfedern (*D*, *D'*, *D''*) und von den vom Oberarm entspringenden Konturfedern, dem Parapterum oder Schulterfittich (*SF*), zugedeckt. Ein kleiner Schopf von Federn, welcher am ersten Finger ansitzt, bleibt von den Handschwingen getrennt als Eckflügel (*EF*) oder Alula. Besonders bei Wasservögeln werden die Federn mit dem öligen Secret einer besonderen, am Grund des Schwanzes über dem Steißbein liegenden paarigen Drüse, der Bürzeldrüse, eingeölt.

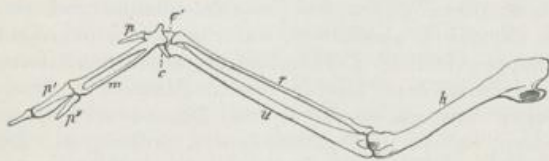


Fig. 546. Flügel- skelett des *Storches* (nach Gegenbaur). *h* Humerus, *r* Radius, *u* Ulna, *c*, *c'* Carpalia d. ersten Reihe, *m* verschmolzene Carpalia der zweiten Reihe und Metacarpus, *p*, *p'*, *p''* Phalangen der 3 ersten Finger.

Indem die Federn nicht nur Schutzorgane sind, sondern auch gewöhnlich den Vogel zu andauerndem Flug befähigen, vermitteln sie eine ganz besondere Lebensweise, unter deren Einfluß fast sämtliche übrige Organe stehen. Mit dem Flugvermögen ist die Beschaffenheit des Skeletts,

der Atmungsorgane, ja zum Teil selbst der Sinnesorgane und des Hirns in Zusammenhang zu bringen.

Da die Federn der Flügel ähnlich den Flossen ein einheitlich wirkendes Ruder darstellen, vereinfacht sich das Skelett der vorderen Extremität (Fig. 546): 1. durch Rückbildung der Finger, von denen nur drei mit äußerst reduzierter Phalangenzahl (p , p' , p'') übrig bleiben; 2. durch Verschmelzung der zugehörigen Metacarpen (m) untereinander und mit den anschließenden Handwurzelknochen. Dagegen wird, um die nötige Energie der Bewegungen und die möglichst vollkommene Übertragung derselben auf den Körper herbeizuführen, die Befestigung an der Skelettachse erhöht durch besondere Ausbildung aller hierbei in Betracht kommenden Teile. Im Schultergürtel (Fig. 547) sind alle drei Knochen von großer Festigkeit, eine säbelförmige Scapula (s), ein säulenförmiges Coracoid (c) und endlich eine Clavicula, welche gewöhnlich mit der Clavicula der anderen Seite am sternalen Ende verschmilzt und den für die meisten Vögel so charakteristischen Gabelknochen, die Furcula (f), liefert. Das Coracoid verbindet sich gelenkig mit dem breiten Sternum (st), die Clavicula zumeist ligamentös mit der Carina (crs) oder Crista sterni, einem longitudinalen Knochenkamm, welcher von der Mittellinie des Sternums sich erhebt, um den Flugmuskeln, namentlich dem großen Brustmuskel, möglichst viele Ursprungspunkte zu liefern. Je entwickelter das Flugvermögen, desto ansehnlicher ist daher im allgemeinen die Crista sterni; doch kann für mangelhafte Entwicklung der Carina eine Kompensation auch durch Verbreiterung der Sternalplatte erzielt werden (*Albatros*). Den Laufvögeln fehlt die Crista gänzlich. — Für die Festigkeit des Brustkorbes und seiner Verbindung mit der Wirbelsäule ist es von Wichtigkeit, daß die aus einem sternalen und vertebralem Stück bestehenden Rippen am vertebralem Stück die Processus uncinati tragen, welche sich über die folgende Rippe hinüberschieben.

Extremitäten.

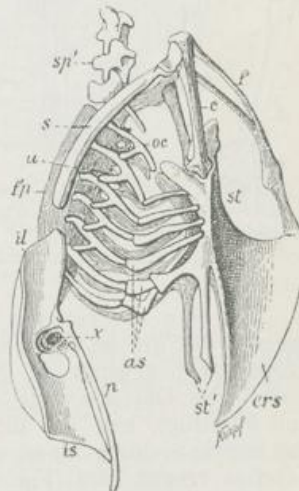


Fig. 547. Brustkorb, Schultergürtel und Becken vom Storch (nach Gegenbaur). st Brustbein, st' Abdominalfortsätze desselben, crs Crista sterni, f Furcula (verschmolzene Schlüsselbeine), c Coracoid, s Scapula, as sternale, oc vertebrale Teile der Rippen, u Processus uncinati der vertebralem Teile, sp Dornfortsatz des ersten Brustwirbels, f verschmolzene Dornfortsätze der übrigen Brustwirbel, il Darmbein, is Sitzbein, p Schambein, x Hüftgelenk.

Da die vorderen Extremitäten nicht mehr zum Gehen dienen, fällt das Tragen der Körperlast beim Gehen ausschließlich den hinteren Extremitäten zu, welche nur mit den Zehen den Boden berühren, während der Mittelfuß zur Verlängerung des Beines aufrecht gestellt ist. Mit der starken Belastung der hinteren Extremitäten hängen zwei auffällige Charaktere derselben zusammen, die breite Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule und die Vereinfachung des Skeletts der freien Extremität. Das Darmbein (il) steht bei den Embryonen der Vögel nur mit den zwei schon bei den *Reptilien* vorhandenen Sacralwirbeln in Verbindung, dehnt sich aber später nach vorn in die Lenden-

selbst in die Brustregion, nach hinten in die Caudalregion aus, mit immer neuen Wirbeln verwachsend, so daß insgesamt 9 bis 22 Wirbel in die Verbindung eintreten können; linke und rechte Darmbeine treffen häufig dorsal von der Wirbelsäule noch zusammen. Diese ausgedehnte Verwachsung des Beckens mit dem Achsenskelett wird verständlich, wenn wir bedenken, daß die Wirbelsäule der Vögel, trotzdem sie beim Gehen ausschließlich auf den Beinen ruht, nicht wie beim Menschen zur senkrechten Haltung aufgerichtet wird, sondern stets zum Boden geneigt bleibt; sie trägt sich daher nicht in sich, sondern kann nur durch starke Befestigung an dem Beckengürtel ihre Stellung beibehalten. Die unteren Teile des Beckens, Scham- und Sitzbein (*p* und *is*), sind dadurch ausgezeichnet, daß beide von der Gelenkpfanne aus rückwärts und einander parallel stehen, und daß linke und rechte Stücke nur ausnahmsweise (zweizehiger *Strauß*) ventral in einer Symphyse verwachsen.

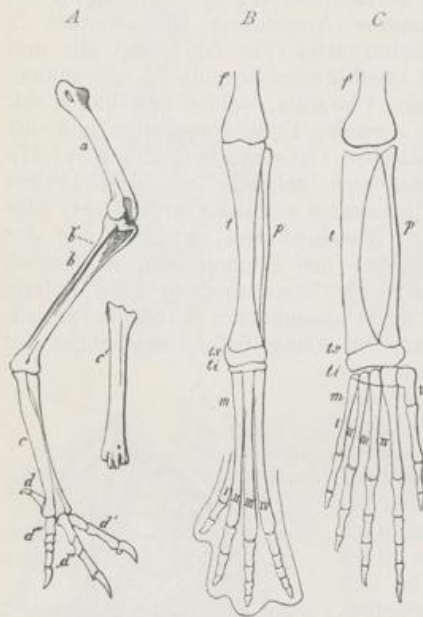


Fig. 548. A Hintere Extremität von *Buteo vulgaris*; a Femur, b Tibiotarsus, c Rest der Fibula, Tarsometatarsus, d, d', d'', d''' die Zehen, c' getrennte Darstellung des Tarsometatarsus, B und C Unterschenkel und Fuß eines Vogelembryo (B) und einer Eidechse (C), um die Entstehung des Intertarsalgelenks zu erklären: f Femur, t Tibia, p Fibula, ts Tarsale der ersten Reihe (Talus), ti Tarsalia der zweiten Reihe, m Metatarsus, I—V die einzelnen Stücke desselben (aus Gegenbaur).

Im Bau der hinteren Extremität begegnen wir ähnlichen Erscheinungen, wie wir sie bei *Hufltieren* wiederfinden werden. Der Druck der Körperlast begünstigt es, daß der einheitliche Charakter, welcher dem Skelett des Oberschenkels zukommt, sich auch auf Unterschenkel und Fuß überträgt, und daß die in diesen Abschnitten herrschende Vielzahl der Knochen durch einen einzigen, den Druck einheitlich fortleitenden Knochen ersetzt wird (Fig. 548). Daher bildet sich die im Embryo (B) vorhandene Fibula bis auf unbedeutende Reste zurück; es verschmelzen die im Embryo (B) getrennten Metatarsen untereinander zum Laufknochen (A, c), der so viele Gelenkflächen hat, als er Zehen trägt, da die 5. Zehe sich nur noch embryonal anlegt und der erste Metatarsus mit seiner Zehe sich getrennt erhält oder auch der Rückbildung unterliegt, höchstens 3 oder 2 (d—d'''); schließlich verschwinden die Tarsalien, und zwar ebenfalls durch Verschmelzung mit benachbarten Skeletteilen. Da schon bei den *Reptilien* (Fig. 548C) ein Teil der Tarsalien (ts) bei der Bewegung dem Unterschenkel, ein anderer Teil (ti) dem Fuß folgt, vollzieht sich die Verschmelzung bei den von *Reptilien* abstammenden Vögeln in der Weise, daß von den beiden embryonalen Tarsalstücken das proximale

(*B*, *ts*) mit der Tibia zum Tibiotarsus, das distale (*tr*) mit dem Laufknochen zum Tarsometatarsus verwächst. So entsteht das für die Vögel so charakteristische Intertarsalgelenk.

Rücksichtlich der Wirbelsäule ist noch nachzutragen, daß die ^{Schädel und Wirbelsäule.} Wirbel miteinander sogenannte Sattelgelenke bilden, daß hinter dem Becken nur wenige Caudalwirbel übrig bleiben, welche teilweise zu dem die Steuerfedern tragenden Pygostyl verschmelzen, daß sich entsprechend der gut entwickelten Halsregion viele Halswirbel (darunter Atlas und Epitropheus) finden, welche mit Ausnahme der zwei zu den Thoracalwirbeln überleitenden, mit den zugehörigen Halsrippen verschmelzen. Der Schädel (Fig. 549) ähnelt sehr dem Eidechschenschädel in der Anwesenheit eines unpaaren Condylus occipitalis, in der beweglichen Anfügung des Quadratum an die Schädelkapsel und der Umbildung des Hyomandibulare zu einem schlanken Gehörknochen (Columella). Dagegen fehlt das Transversum: die Schädelkapsel ist, dem Wachstum des Hirnes folgend, geräumiger geworden, vollkommener durch frühzeitig verschmelzende Knochen abgeschlossen und durch Verlagerung des Gelenkhöckers auf die untere Seite fast rechtwinklig zur Achse der Wirbelsäule gestellt. Zähne fehlen bei den lebenden Vögeln, finden sich aber bei den fossilen *Odontornithes*

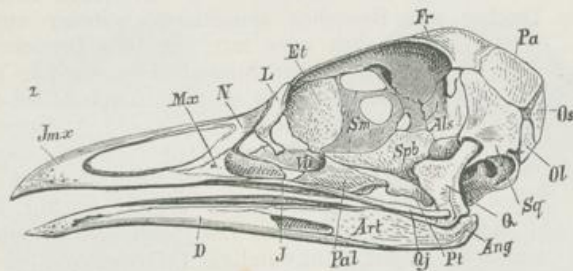


Fig. 549. Schädel einer jungen *Trappe* (aus Claus). *Imx* Prämaxillare, *M* Maxillare, *N* Nasale, *L* Lacrymale, *Et* Mesethmoid, *Fr* Frontale, *Pa* Parietale, *Os* Supraoccipitale, *Ol* Exoccipitale, *Sq* Squamosum, *Q* Quadratum, *Als* Alisphenoid, *Spb* Basisphenoid und Präspenoid, *Sm* Interorbitalseptum, *Ang* Angulare, *Pt* Pterygoid, *Qj* Quadratojugale, *Art* Articulare, *Pal* Palatinum, *J* Jugala *D* Dentale.

und *Saururen*; für den Zahnangel sind Ober- und Unterkiefer durch harte, schneidende Hornscheiden geschützt. Die Hornscheide des Oberkiefers verlängert sich häufig auf der Außenseite in einen weichen Hornüberzug, die Wachshaut oder das Ceroma (Fig. 545 *WH*).

Im Schädel der Vögel finden wir 4 Occipitalia, ferner an der Basis das Basisphenoid, welches sich nach vorn in ein Rostrum verlängert, einen unpaaren Abschnitt des Parasphenoids, während paarige Teile die Basitemporalia bilden; dorsal lagern die Parietalia und Frontalia, seitlich die Prootica, Alisphenoidea und Orbitosphenoidea. Auch das breite Squamosum ist der Hirnkapsel eingefügt. Im Interorbitalseptum liegt ein mächtiges Mesethmoid, auf der Nasenkapsel die Nasalia, an sie anschließend die Lacrymalia. Das Quadratbein articuliert am Squamosum. Von ihm erstreckt sich nach vorn 1. die Palatinreihe (Pterygoid, Palatinum, Vomer), 2. der Jochbogen, Quadratojugale und Jugale zur Kieferreihe (Maxillare und Prämaxillare). Letztere sind der Ethmoidalregion beweglich angeschlossen, so daß beim Öffnen des Schnabels nicht nur der Unterkiefer abwärts, sondern auch der Oberkiefer aufwärts bewegt wird.

Pneuma-
tizität.

Ein wichtiger Gesamtcharakter des Vogelskeletts ist die pneumatische Beschaffenheit desselben. An Stelle von Knochenmark und Knochengewebe füllen namentlich bei gut fliegenden Formen Lufträume das Innere der Knochen mehr oder minder aus, so daß nur die den Markraum umgebenden Rindenschichten, auf denen die Trag- und Stützkraft des Knochens beruht, erhalten bleiben. So werden größtmögliche Festigkeit und Leichtigkeit des Knochengerüsts vereinigt. Bei *Buceros* und *Palmedea* sind sämtliche Knochen pneumatisch; bei anderen, beim *Pelikan*, *Sula*, *Tachypetes* etc. sind nur die Phalangen der Zehen markhaltig. Bei *Pinguin* und *Apteryx* endlich sind nur wie bei *Säugetieren* in manchen Schädelknochen Lufträume vorhanden.

Eingeweide.

Die Lufträume der Knochen hängen zum kleineren Teil (Schädel) mit Nase und Trommelhöhle, zum größeren Teil durch Vermittelung der Luftsäcke mit den Lungen zusammen. In die Lungen führt eine auffallend lange Trachea, die sich am unteren Ende in die beiden Bronchen gabelt. Die Vögel haben einen oberen und unteren Kehlkopf. Der erstere (Larynx) entspricht dem Kehlkopf der übrigen Wirbeltiere: er wird nicht zur Stimmbildung benutzt. Dazu dient vielmehr der in seinem Vorkommen auf die Vögel beschränkte untere Kehlkopf oder Syrinx, welcher an der Gabelung der Trachea in die Bronchen liegt und gewöhnlich von Trachea und Bronchen gemeinsam, seltener nur von der

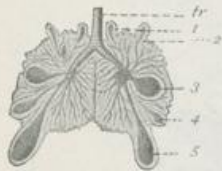


Fig. 550. Entwicklung von Trachea, Lungen und Luftsäcken des Hühnchens (nach Selenka). *tr* Trachea. 1—5 die Luftsäcke (vergl. Fig. 551).

Trachea oder nur von den Bronchen gebildet wird. Seine Stimmbänder werden von besonderen Muskeln gespannt, welche bei Singvögeln eine besonders komplizierte Anordnung haben. Die unverhältnismäßig kleinen Lungen bilden auf ihrer Oberfläche, wie das besonders bei Embryonen gut zu sehen ist (Fig. 550), Aussackungen, die Luftsäcke, welche später gewaltige, dünnwandige Luftreservoirs werden und bei der Präparation leicht abreißen, so daß dann auf der Oberfläche der Lungen große Öffnungen entstehen (Fig. 550 1—5). Meist sind 5 Paar Luftsäcke vorhanden, die hauptsächlich im Cölom liegen, mit Aussackungen aber auch zwischen die Muskeln (besonders der Brust und Achselregion) dringen und schließlich auch in die Knochen hineingelangen.

Die schwammig aussehenden Lungen der Vögel liegen beiderseits der Wirbelsäule zwischen die abgeplatteten vertebrealen Rippenenden eingefalzt und mit ihnen fest verbunden. Beim Eintritt in die Lunge verliert der Bronchus (Fig. 581 *br*) seine Knorpelstützen und erweitert sich zum Vestibulum (*v*), geht dann als Mesobronchus (*mb*) in die Tiefe nach rückwärts und endet in dem abdominalen Luftsack (5). Ein Seitenzweig versorgt den hinteren subcostalen Luftsack (4). Vom Vestibulum wie vom Mesobronchus gehen sekundäre Bronchen aus; a) 3—5 Entobronchen (*I—IV*), welche die übrigen Luftsäcke abgeben; b) 6 oder mehr Ectobronchen. Von den sekundären Bronchen, zum Teil aber auch direkt vom Mesobronchus, entspringen die tertiären Bronchen oder „Lungenpfeifen“, dicht nebeneinander und vorwiegend rechtwinklig zu jenen; sie verlaufen parallel und anastomosieren vielfach untereinander. Jede Lungenpfeife hat eine dicke spongiöse Wand, weil (Fig. 552) in dieselbe von

dem centralen Luftraum reichliche Aussackungen, die luftführenden, dicht von Capillaren umspunnenen Lungenbläschen ausgestülpt sind.

Das Einatmen der Vögel erfolgt durch Heben des Brustkorbes, bei welchem die winklig eingeknickten Rippen mehr gestreckt werden und der Sternovertebraldurchmesser sich vergrößert (aktive Inspiration); das Ausatmen geschieht durch Senken des Brustkorbes (aktive Expiration). Dadurch werden die mit den Rippen fest verbundenen Lungen, trotz ihrer geringen Elastizität, abwechselnd ausgedehnt und verkleinert, sicherlich zugleich auch die Lungsäcke, welche wegen ihrer schlechten Blutversorgung nicht selbst respiratorisch, sondern nur wie anhängende Blasebälge wirken können. Diese Blasebalgwirkung kommt namentlich bei den Flugbewegungen der Vögel zur Geltung, indem die subpectorale und axillare Luftsäcke beim Flügelschlag ausgedehnt und zusammengepreßt werden. Wahrscheinlich werden hierdurch anderweitige Respirationsbewegungen überflüssig und so die für den Flug wichtige Ruhestellung des Thorax in Inspirationsstellung ermöglicht. Schließt man die Trachea und öffnet man den Luftkanal des Oberarmbeines, so kann der Vogel durch letzteren atmen.

Fig. 551.

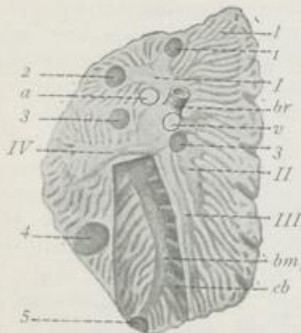


Fig. 552.

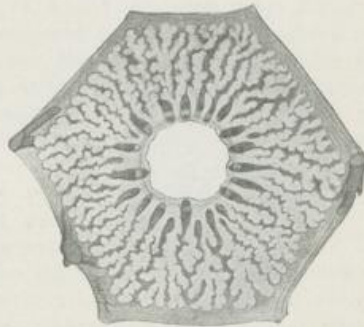


Fig. 551. Rechte Lunge des Huhns, etwas schematisiert. Die Darstellung ist so gedacht, als ob ein Fenster herausgeschnitten wäre, um den Mesobronchus mit seiner Verästelung sichtbar zu machen. *br* Bronchus, der sich zum Vestibulum erweitert, *bm* der in der Verlängerung gelegene Mesobronchus mit den davon ausgehenden Ectobronchien (*cb*). *I-IV* die aus dem Vestibulum entspringenden Entobronchien (der zweite ist nicht bezeichnet), *l* Lungenpfeifen, *1-6* Eingänge in die Luftsäcke, *1* cervicaler, *2* interclavicularer, *3* vorderer subcostaler, *4* hinterer subcostaler, *5* abdominaler Luftsack, *a* Arteria, *v* Vena pulmonalis.

Fig. 552. Querschnitt durch eine Lungenpfeife (nach F. E. Schulze).

Der Blutkreislauf der Vögel ist aus dem der *Reptilien* durch völlige Scheidung von Lungen und Körperkreislauf entstanden. Von den dort vorhandenen 3 großen Arterienstämmen ist die Pulmonalis und der rechte aus der linken Kammer kommende Aortenbogen erhalten, der linke venöse Bogen rückgebildet. Die Scheidewand zwischen den Herzkammern ist vollständig. — Am Darm (Fig. 59) fällt die Anwesenheit eines Kropfes (*b*), welcher indessen nicht immer vorhanden ist, eines drüsigen Vormagens (*c*) und eines muskulösen Kaumagens (*d*), sowie zweier langer, selten rudimentärer Blindschläuche am Übergang von Dünn- und Dickdarm (*k*) auf. Leber (*e*) mit Gallenblase (*f*), Pancreas (*g*) und Milz sind vorhanden. In den Enddarm (Kloake) münden von hinten:

ein Blindsack, die Bursa Fabricii, die paarigen Ureteren (*m*) und die Geschlechtswege (*n*). Letztere zeigen im weiblichen Geschlecht das Eigentümliche, daß der rechte Oviduct samt dem zugehörigen Ovar rückgebildet wird, während die entsprechenden linken Teile sich um so kräftiger entwickeln. Ein schwellbarer Penis ist nur beim Strauß in der Vorderwand der Kloake kräftig entwickelt, sonst rudimentär oder gar nicht vorhanden. Da bei den Vögeln eine Begattung stattfindet, werden die großen dotterreichen Eier (das „Gelbei“ des „Vogeleies“) schon in den Eileitern befruchtet (Fig. 101). Indem sie langsam die letzteren passieren, werden sie durch Drüsen der ausgeweiteten Eileiterwand mit Umhüllungen versehen, zunächst mit einer dicken Lage von Eiweiß (*w*), dann mit der Schalenhaut (*ism* und *sm*), welche aus zwei aufeinander schließenden und nur am abgerundeten Eipol durch die Luftkammer (*ach*) getrennten Blättern besteht. Dazu kommt schließlich im Uterus noch die den Abschluß bildende Kalkschale (*s*). Während der Wanderung durch die Ausführwege spielen sich die ersten Entwicklungsvorgänge, Furchung und Gastrulation, ab, welche bei der Eiablage in Stillstand geraten und erst wieder von neuem beginnen, wenn die Eier der zur Entwicklung nötigen Wärme, meist durch Bebrütung, ausgesetzt werden.

Fig. 553.

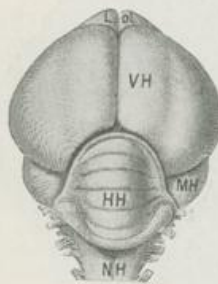


Fig. 553. Hirn der Taube (aus Wiedersheim). *Lo* Lobus olfactorius, *VH* Vorderhirn, *MH* Mittelhirn, *HH* Kleinhirn, *NH* Nachhirn.

Fig. 554.

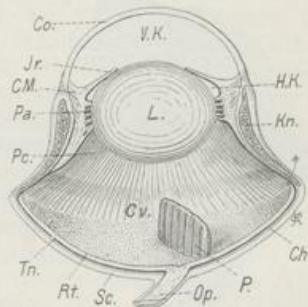


Fig. 554. Auge einer Eule (nach Soemmering und Franz). *Co.* Cornea, *VK.* vordere Augenkammer, *CM.* Ciliarmuskel, *Jr.* Iris, *Sc.* Sclera, $\dagger$ Scleraknochen, *L.* Linse, *Ch.* Chorioidea, *Cv.* Glaskörper, *P.* Pecten, *Rt.* Retina, *Op.* Opticus, *Os.* Scheide desselben.

Die Sorge für die junge Brut, das mit der Begattung im Zusammenhang stehende Geschlechtsleben und die durch das Flugvermögen bedingte kompliziertere Lebensweise haben bei den Vögeln zu einer den Reptilien weit überlegenen Intelligenz geführt, die in der besseren Ausbildung des Hirnes und der Sinnesorgane ihren Ausdruck findet. Am Hirn (Fig. 553) ist das Kleinhirn (*HH*) als das Centralorgan für die Coordination, das harmonische Ineinandergreifen der Körperbewegungen, ganz auffallend stark ausgebildet. Entsprechend groß sind auch die Großhirnhemisphären (*VH*), deren Stirnlappen den Lobus olfactorius (*Lo*), deren Schläfenlappen außer dem Zwischenhirn auch das Mittelhirn zu bedecken beginnen. Dem komplizierten Stimmapparat entspricht ein ausgezeichnetes Gehör, weil am Labyrinth die Schnecke (Lagena) eine bedeutende Vergrößerung erfahren hat und weil der schalleitende Apparat (Trommelhöhle, die untereinander verschmolzenen Ohrtrompete, Colu-

mella und Trommelfell) vorzüglich ausgebildet ist; auch die ersten Andeutungen einer Ohrmuschel und eines äußeren Gehörganges durch Versenken des Trommelfelles in die Tiefe sind schon gegeben. Um den durch das Flugvermögen bedingten weiten Entfernungen gewachsen zu sein, ist die Schärfe der meisten Vögel eine ganz außergewöhnliche und das Auge (Fig. 554) im allgemeinen für die Ferne eingestellt. Eigentümlichkeiten des Vogelauges, welche schon bei den meisten Reptilien schwach entwickelt sind, sind der Kamm oder Pecten (*P*), eine mit kammzinkenartigen Falten bedeckte Wucherung der Chorioidea in den Glaskörper hinein, und der Scleraring, ein Knochenring, welcher im vorderen Abschnitt des Auges die Sclera (*Sc*) stützt; zu den oberen und unteren Augenlidern gesellt sich eine durchsichtige Nickhaut.

Warum die geschlechtlichen Vorgänge und die Brutpflege für die Intelligenzentwicklung eine so wichtige Rolle spielen, lehrt ein genaueres Eingehen auf die einschlägigen Verhältnisse. Bei den Vögeln herrscht ein lebhafter Wettbewerb um die Weibchen, besonders bei den polygamen Arten. Zur Zeit der Fortpflanzung suchen die Männchen die Gunst der Weibchen zu gewinnen, sei es durch auffallende Bewegungen (Balzen des *Auerhahns*), sei es durch Gesang (*Singvögel*), sei es endlich durch Pracht des Gefieders (*Paradiesvögel*, Fig. 15a). Alle diese Eigentümlichkeiten sind auf das männliche Geschlecht beschränkt und führen meist zu einem auffallenden Dimorphismus von Männchen und Weibchen (Fig. 15). Die Unterschiede der Befiederung steigern sich gewöhnlich beim Eintritt der Geschlechtstätigkeit, indem das Männchen das brillanter gefärbte Hochzeitskleid erhält. Man spricht dann von einer Frühjahrsmauser, bei welcher eine Verfärbung, vornehmlich aber auch eine teilweise Erneuerung des Gefieders stattfindet. Die Rückkehr zum Alltagskleid wird durch einen allgemeinen Wechsel der Federn, durch die allen Vögeln nach Beendigung der Fortpflanzung zukommende Herbstmauser, bewirkt.

Wenn zumeist beim Weibchen die Färbungen des Gefieders schlicht und unscheinbar sind, so hat das seinen besonderen Grund noch in der vom Weibchen geübten Brutpflege, während deren die Tiere durch unauffällige Färbung vor Störungen durch Feinde möglichst geschützt sein müssen. Nur selten wird die Erwärmung, deren die abgelegten Eier zur Weiterentwicklung bedürfen, äußeren Einflüssen überlassen, den Sonnenstrahlen, welche den Sand, in dem die Eier vergraben sind, erwärmen, oder der Temperatursteigerung, welche in faulenden Misthaufen durch Gärung entsteht (*Scharrhühner*). Regel ist, daß beide Geschlechter gemeinsam ein Nest bauen, welches bei den *Webervögeln* mit besonderer Kunstfertigkeit — ab und zu bei sozialen Formen unter einem gemeinsam erbauten Dach — errichtet wird. Wenn genügend Eier zusammen sind, bebrütet sie das Weibchen, seltener auch das Männchen, zu welchem Zweck sich oft durch Ausfallen der Federn nackte, zur Erwärmung geeignete Hautstellen, die Brutflecken, ausbilden. Beim Verlassen der Eischalen sind viele Vögel, wie *Hühner* und *Enten*, so weit entwickelt, daß sie frei herumlaufen und unter Leitung der Mutter sich ihr Futter selbst suchen können. Man nennt dieselben *Nestflüchter* (*Autophagen*) im Gegensatz zu den *Nesthockern* (*Insessores*), welche fast nackt mit unvollkommenem Federkleid aus dem Ei auskriechen und daher auf die Wärme des Nestes, auf Schutz und Fütterung durch die Eltern angewiesen sind.

Von großem Interesse in den Lebensverhältnissen der Vögel sind schließlich ihre periodischen Wanderungen. Man unterscheidet Standvögel, welche dauernd auf die engste Umgebung sich beschränken, Strichvögel, welche, um sich zu ernähren, ausgedehnte Beutezüge unternehmen, Wander- oder Zugvögel, welche beim Herannahen des Winters in Scharen meist auf bestimmten Zugstraßen weite Wanderungen nach Süden antreten und ein wärmeres Klima aufsuchen. Die bei uns einheimischen Arten ziehen dann nach den Mittelmeerländern, vielfach sogar in das Innere von Afrika; dafür können ihren Platz bei uns nordische Formen einnehmen. Auch zu diesen Massenwanderungen ist die Nahrungssuche Veranlassung. Die Vögel können sich dem während des Winters herrschenden Mangel an Nahrung (namentlich an Insekten und Früchten) nicht so leicht wie *Reptilien* und *Amphibien* durch den Winterschlaf entziehen, weil ihre gesteigerte Intelligenz und ihre energischeren Lebensprozesse einen lebhafteren Stoffwechsel und fortlaufende Ernährung nötig machen. Daher sind die Vögel wie die *Säugetiere* im Gegensatz zu den „kaltblütigen“ *Reptilien*, *Amphibien* und *Fischen* ausschließlich Warmblüter; sie bewahren unter dem mannigfachen Wechsel der äußeren Temperatur ihre 38—40 (vielleicht sogar 44)° C betragende Körperwärme.

Bei der Systematik der Vögel hat man lange Zeit sich auf äußere, durch Anpassung an die Lebensbedingungen hervorgerufene Merkmale gestützt. Genauere anatomische Untersuchung hat dann gezeigt, daß dieses System den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen der Familien nicht entspricht, ohne daß es aber gelungen wäre, auf diesem Wege die Klasse in eine kleinere Anzahl leicht charakterisierbarer natürlicher Ordnungen einzuteilen. Für ein Lehrbuch empfiehlt sich daher, das alte System beizubehalten und darauf hinzuweisen, wo es mit den Ergebnissen der anatomischen Untersuchung in Widerspruch steht.

I. Unterklasse. Ratiten, Cursores, Laufvögel.

Unter dem Namen „*Ratiten*“ faßt man mehrere, anatomisch sehr verschiedenartige Familien zusammen, welche darin übereinstimmen, daß die Federn noch nicht die gesetzmäßige Anordnung der Federfüren besitzen und daß mit dem Mangel des Flugvermögens auch viele, durch dasselbe bedingte Einrichtungen fehlen. Die Knochen sind nur wenig pneumatisch; die Tiere haben keine *Crista sterni* und keine *Furcula*, da die Schlüsselbeine rudimentär (*Dromaeus*) oder gar nicht mehr als selbständige Knochen vorhanden sind (die übrigen *Ratiten*); die vorderen Extremitäten sind klein und tragen keine zum Fluge brauchbaren Schwungfedern, wie denn überhaupt die Federn weder den Charakter typischer Konturfedern mit geschlossenem Vexillum, noch den Charakter typischer Dunen besitzen. Um so kräftiger sind die Laufbeine (Fig. 555 f), die eine rasche und ausdauernde Fortbewegung auf der Erde ermöglichen. — Da sich immerhin noch manche durch das Flugvermögen bedingte Einrichtungen (Verwachsung der Handknochen und öfters auch der Schwanzwirbel, Anordnung der Flügelmuskeln) erhalten haben, ist es sehr wahrscheinlich, daß die *Ratiten* aus den *Carinaten* durch Rückbildung des Flugvermögens hervorgegangen sind. Die anatomischen Unterschiede der einzelnen Familien lassen sogar vermuten, daß dieselben sich an verschiedenen Stellen vom Grundstock der *Carinaten* abgezweigt haben und somit keine einheitliche Gruppe darstellen.

I. Gruppe. Straußartige Vögel (mit langem Humerus): *Struthioniden*, zweizehige Strauße, *Struthio camelus* L., afrikanischer Strauß; *Rheiden*, dreizehige Strauße, *Rhea americana* Lm., Nandu. — II. Gruppe. Kasuarartige, dreizehige Vögel (mit kurzem Humerus und Doppelfedern): *Dromaeiden* ohne helmartigen Knochenaufsatz des Schädels, *Dromaeus Novae Hollandiae* Gray, neuholländischer Strauß. *Casuariden* mit Helmaufsatz, *Casuarus galeatus* Vieill., Helmkasuar Neuguineas. — III. Gruppe. Apteryxartige Vögel: *Apterygiden* mit langem Schnepfenschnabel, rudimentärem Armskelett, mit 4 Zehen. *Apteryx Oweni* Gould, Kiwi, Neuseeland. *Dinornithiden*, dreizehig, Armskelett nicht bekannt; riesige, 3 m hohe, schwerfällige Vögel Neuseelands, die jetzt ausgestorben zu sein scheinen, jedenfalls aber noch mit dem Menschen gleichzeitig gelebt haben. *Dinornis giganteus* Ow., Moa. Vielleicht reihen sich hier auch die Riesenvögel von Madagaskar, die *Aepyornithiden*, an (Knochenreste und 8 Liter fassende Eier wurden im Schwemmland gefunden).

II. Unterklasse. Carinaten.

Der Name der zweiten Unterklasse bezieht sich auf die Anwesenheit der Carina oder Crista sterni, deren Ausbildung mit dem die meisten Carinaten auszeichnenden Flugvermögen zusammenhängt. Dazu kommen als weitere Merkmale die kräftigen Schwung- und Steuerfedern im Flügel und im Schwanz und die Verwachsung der Schlüsselbeine zur Furcula. Indessen gibt es vorzügliche Flieger, deren Crista nur wenig hervorrägt (größere Raubvögel und Sturmvögel); bei manchen schlecht fliegenden „Carinaten“ schwindet die Carina fast ganz (*Strigops*). Ebenso ist die Furcula nicht immer ausgebildet, sei es, daß die Schlüsselbeine nicht verwachsen sind (viele *Papageien* und *Tukane*), sei es, daß sie ganz fehlen (*Mesites*). Die Schwungfedern der Flügel können endlich bei manchen Carinaten ebenfalls rückgebildet sein, wie sie z. B. bei den nicht fliegenden, gleichwohl mit starker Carina ausgerüsteten *Pinguinen* die Gestalt kleiner Schuppen angenommen haben, so daß sich die Grenzen von Ratiten und Carinaten stellenweise verwischen.

I. Ordnung. Gallinaeen. Rasores, Hühner. Die hühnerartigen Vögel sind Nestflüchter von gedrungenem Körper und mit gut, aber nicht in einseitiger Weise ausgebildeten vorderen und hinteren Extremitäten, so daß die Tiere gut laufen und leidlich fliegen können. An den Füßen sind 3 Zehen nach vorn gewandt und an der Basis meist durch eine Bindehaut verbunden (Gang- oder Wandelfüße, Fig. 555 c); die nach rückwärts stehende erste Zehe ist etwas höher eingelenkt, meist kleiner; über ihr findet sich beim Männchen häufig der Sporn, ein hornbedeckter Fortsatz des Laufknochens; die Krallen sind wenig gekrümmt, abgeplattet, zum Scharren geeignet. Der Oberschnabel greift mit seinen Rändern über den Unterschnabel über, ist an seiner Spitze nach abwärts gebogen und in der Regel nicht so lang wie der Kopf. Nackte, blutgefäßreiche Stellen sind meist am Kopf vorhanden und zu Lappen ausgewachsen, besonders bei dem durch stattliches Gefieder ausgezeichneten Männchen.

Polygam sind die *Phasianiden*: *Phasianus colchicus* L., Fasan, *Pavo cristatus* L., Pfau, *Gallus bankiva* Temm., von den Sundainseln stammend, Stammform des Haushuhns, *Meleagris gallopavo* L., Truthuhn. Teils poly-, teils monogam sind die *Tetraoniden* oder Feldhühner: *Tetrao urogallus* L., Auerhuhn, *T. tetrix* L., Birkhuhn, *Perdix cinerea* Briss.,

Rebhuhn, *Lagopus alpinus* Nilss., Alpenschneehuhn. In zusammengeschrarten Misthaufen verbergen ihre Eier die *Megapodiden*: *Megapodius Dupereyi* Less., Neuguinea. Die ebenfalls hierher gerechneten *Tinamiden* gelten unter den recenten Vögeln für die primitivsten.

II. Ordnung. Columbinen, Tauben. Von den Hähnern unterscheiden sich die Tauben leicht durch schlankeren Körperbau, kürzere Beine, deren Zehen der Bindehaut entbehren (Spaltfüße), und längere, einen vorzüglichen Flug ermöglichende Flügel. Vor allem aber sind sie Nesthocker. Ihr Schnabel besitzt zwei die Nasenöffnungen bedeckende, von weicher Haut überzogene Auftreibungen. Der an der Speiseröhre vorhandene Kropf liefert ein milchiges Secret, welches zum Atzen der Jungen dient. Am verbreitetsten sind die *Columbiden*, welche besonders in den Tropen durch zahlreiche, prächtig gefärbte Arten vertreten sind: Die Rassen unserer Haustaube stammen nach Darwin von der *Columba livia* L., der blaugrauen Felstaube. Verwandte der Tauben sind die Zahntauben (*Didunculus strigirostris* Gould). In die Nähe der Tauben werden gewöhnlich die *Dronten* gestellt, Vögel, welche, der eine gegen Ende des 17., der andere im 18. Jahrhundert ausgerottet worden sind: *Didus ineptus* L. auf St. Mauritius und *D. solitarius* Strickl. auf Rodriguez. Im Habitus erinnern an die Hühner die *Pteroclididen*: *Syrnaptus paradoxus* Illig., Steppenhuhn.

III. Ordnung. Natatores, Schwimmvögel. Durch ihre Neigung zum Wasseraufenthalt stimmen zahlreiche, im Bau sehr erheblich unterschiedene Familien überein. Man nennt sie Schwimmvögel, weil sie mit Hilfe ihrer durch Schwimmhäute verbundenen Zehen geschickt schwimmen und tauchen. Entweder sind alle 4 Zehen durch Schwimmhäute verbunden — Ruderfuß (Fig. 555 l) — oder nur die 3 vorderen — Schwimmfuß (k) — oder die 3 vorderen Zehen sind einzeln für sich von Schwimmhäuten eingefaßt — Spaltschwimmfuß (h). Ergeben sich somit schon im Bau der Füße Unterschiede, welche einer näheren Verwandtschaft der Familien widersprechen, so wird letztere weiterhin zweifelhaft gemacht durch die verschiedene Beschaffenheit von Flügel und Schnabel.

1. *Lamellirostres (Anseriformes)*. Die 3 Vorderzehen durch eine Schwimmhaut verbunden (Schwimmfuß); Schnabel bis auf die harte Spitze („Nagel“) weichhäutig, seine Ränder mit queren, hintereinander gestellten Hornblättchen bedeckt; die Tiere „grundeln“ und nähren sich von Pflanzen und kleineren Tieren. *Anas boschas* L., Wildente, Stammform der Hausente *A. domestica* L.; *Somateria mollissima* L., Eiderente; *Anser ferus* Naum., Wildgans, Stammform von *Anser domesticus* L.; *Cygnus olor* L., Höckerschwan.

2. *Longipennes (Tubinares)*, räuberische Vögel mit kräftigem Schnabel, Schwimmfüßen und langen, einen schnellen Flug ermöglichenden Flügeln. *Procellariden*, Sturmvögel: *Diomedea exulans* L., Albatros. — *Lariden*, Möven, im Bau den *Charadriiformes* verwandt: *Larus ridibundus* L., Lachmöve, *L. canus* L., Sturmmöve, *Sterna hirundo* L., Seeschwalbe.

3. *Pygopodes* oder *Urinatores*. Vögel mit kleinen, zum Teil zu Rudern rückgebildeten Flügeln und aufrechter Körperhaltung, welche durch die Verlagerung der Beine nach rückwärts bedingt ist. Mit Schwimmfüßen ausgerüstet, im inneren Bau aber voneinander sehr verschieden, sind die ausschließlich arktischen, den Möven verwandten *Alciden* (*Alca impennis* L., im Laufe des 19. Jahrhunderts auf Island ausgerottet) und

die ebenso ausschließlich antarktischen *Impennes* (*Aptenodytes patagonica* Forst., Pinguin, Fig. 556). Den Alken schließen sich die *Colymbiformes* an; sie haben zum Teil Schwimmfüße (*Colymbus arcticus* L.), zum Teil Spaltschwimmfüße (*Podiceps cristatus* L.).

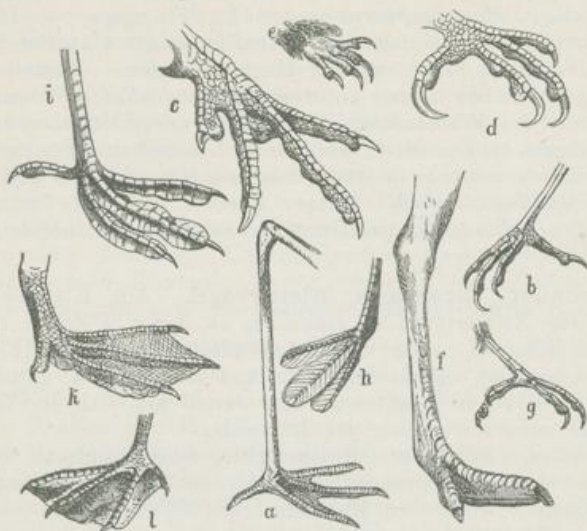


Fig. 555. Verschiedene Fußformen der Vögel (aus Schmarda). *a* Watbein mit doppelt geheftetem Fuß eines Storches, *b* Spaltfuß der Drossel, *c* Wandelfuß eines Fasans, *d* Sitzfuß eines Falken, *e* Klammerfuß der Mauerschwalbe, *f* Lauffuß des Straußes, *g* Kletterfuß eines Spechts, *h* Spaltschwimmfuß vom Steißfuß, *i* Waibein und Lappenfuß eines Wasserhuhns, *k* Schwimmfuß der Ente, *l* Ruderfuß des Tropikvogels.

4. *Steganopodes*, alle vier Zehen nach vorn gewandt und durch Schwimmhäute verbunden (Ruderfüße); *Pelecanus onocrotalus* L., *Phalacrocorax carbo* Dumont, Kormoran, *Tachypedes aquila* L., Fregattvogel. Die Gruppe zeigt einerseits zu den *Colymbiformes*, andererseits zu den *Ciconiformes* Verwandtschaft.

IV. Ordnung. Grallatores, Watvögel. Die Watvögel sind ihrem Aufenthaltsort, sumpfigen Gegenden und Ufern von Seen, Teichen und Flüssen, vortrefflich angepaßt, indem die Laufknochen an ihren Beinen stark verlängert und die Federn weit bis auf die Unterschenkel aufwärts durch Hornschienen ersetzt sind (Stelzbeine, Fig. 555*a*). In Correlation damit steht die auffallende Verlängerung von Hals und Schnabel.

Derselbe Habitus scheint sich bei drei anatomisch sehr verschiedenen Gruppen ausgebildet zu haben. Die eine Gruppe (*Ciconiformes*), aus-



Fig. 556. *Aptenodytes patagonica* (aus Brehm).

gezeichnet durch Schnäbel mit starker Hornbekleidung, wird gebildet von den *Ardeiden*, Reiher: *Ardea cinerea* L., Fischreiher. *A. stellaris* L., Rohrdommel, *Ibis religiosa* Cuv., und *Ciconiiden*, *Ciconia alba* L., Storch, *Leptoptilus argala* Temm., Marabu. Hier schließt sich an, den *Lamellirostres* ähnelnd, *Phoenicopterus ruber* L., Flamingo. — Die zweite Gruppe (*Gruiformes*) — Schnäbel relativ kurz, stets an der Basis, oft auch nach der Spitze zu von weicher Haut überzogen — besteht aus den: 1. *Gruiden*, Kranichen: *Grus cinereus* L.; 2. *Ralliden*, Wasserhühner: *Crex pratensis* L., Wachtelkönig; 3. *Allectoriden*, Hühnerstelzen: *Otis tarda* L., Trappe. — Die dritte Gruppe der *Charadriiformes* (mit langem, dünnem Schnäbel) wird nach ihrem Bau mit den *Alciden* und *Lariden* vereinigt: *Vanellus cristatus* Meyer, Kiebitz, *Scolopax rusticola* L., Waldschnepfe, *Gallinago media* Gray, Bekassine, *G. gallinula* L., Moorschnepfe.

V. Ordnung. Scansores, Klettervögel. Alle Klettervögel sind leicht an ihren Kletterfüßen zu erkennen, an denen 2 Zehen (2 und 3) nach vorn, 2 Zehen (1 und 4) nach rückwärts gewandt sind (Fig. 555 g). Trotzdem weisen der verschiedene Bau und Habitus der unter gemeinsamem Namen zusammengefaßten Formen darauf hin, daß die Zusammenfassung nicht auf Blutsverwandschaft beruht.

1. *Psittaci, Papageien*. Buntgefärbte, meist tropische Vögel, mit kurzem, aber hohem, gedrunenem, stark gekrümmtem Schnäbel, mit fleischiger Zunge. Außer den Kakadus (*Ptilinopus leucolophus* Less.), den Sittichen (*Melopsittacus undulatus* Gould) und den kurzschwänzigen Papageien (*Psittacus erithacus* L.) sind als abweichende Formen die Nachtpapageien zu nennen (*Strigops habroptilus* Gray). 2. *Cuculi, Cucyges*, Kuckucke. Schnäbel leicht gebogen oder gerade, äußere Zehe meist eine Wendezehe. *Cuculus canorus* L., Kuckuck. 3. *Picari, Spechte*. Mit geradem, konischem, langem Schnäbel und langer, vorstreckbarer Zunge. *Picus viridis* L., Grünspecht, *P. major*, *medius* und *minor*, Buntspechte, *P. martius* L., Schwarzspecht. Den Spechten sind nahe verwandt die *Ramphastiden*, die Tukane der Tropen.

VI. Ordnung. Passeres. Die Ordnung der Passeres ist die umfangreichste Gruppe des Vogelsystems; sie enthält ausschließlich Nesthocker, meist von geringer Körpergröße, mit zierlichen, bis auf die Fersen hinab befiederten Beinen, mit stark verhorntem Schnäbel ohne Wachshaut. Von den drei nach vorn gewandten Zehen sind die beiden äußeren miteinander verwachsen (Wandelfüße) oder sie sind bis an den Grund getrennt (Spaltfüße, Fig. 555 b). Bei einem Teil der Arten, welche dann meist, wenn auch nicht immer, durch große Sangeskunst im männlichen Geschlecht ausgezeichnet sind, finden sich besondere Muskeln des Syrinx, welche sonst bei Vögeln nicht vorkommen. Man nennt sie daher Singvögel oder *Oscines*, im Gegensatz zu den übrigen Passeres, den Schreivögeln oder *Clamatores*. Beide Gruppen unterscheiden sich ferner dadurch, daß die Singvögel eine große, freibewegliche Hinterzehe haben, was sonst bei den Vögeln und so auch bei den Schreivögeln nicht zutrifft.

I. Unterordnung. *Oscines*. Alle unsere Singvögel gehören hierher: die *Fringilliden*, Finken: *Fringilla coelebs* L., Buchfink, *F. carduelis* L., Stieglitz, *F. cannabina* L., Hänfling, *Passer domesticus* L., Sperling; *Alaudiden*, Lerchen: *Alauda arvensis* L., *Sylviden*, Sänger: *Sylvia atricapilla* Lath., Mönch; *Turdiden*, Drosseln, *Luscinia philomela* L., Nachtigall, *L. major* Brehm, Sprosser; *Hirundiniden*, echte Schwalben:

Hirundo rustica L.; *Pariden* Meisen, *Motacilliden*, Bachstelzen, außerdem aber auch die rabenartigen Vögel, *Corviden*: *Corvus frugilegus* L., Saatkrähe, denen die durch Geschlechtsdimorphismus ausgezeichneten Paradiesvögel, *Paradisiden*, sehr nahe stehen, *Paradisaea apoda* L. (Fig. 15).

II. Unterordnung. *Clamatores*, Schreivögel. Hinterzehe schwach, nicht selbständig beweglich, Muskulatur des Syrinx einfach. Vielfach werden hierher nur einige vorwiegend in Südamerika entwickelte Gruppen gestellt, die *Cotingiden* und *Tyranniden*, ferner die *Menuriden* oder Leierschwänze Australiens. Früher dagegen fanden unter den *Clamatores* noch zahlreiche einheimische Formen Platz, welche jetzt abgelöst werden und als *Cypselomorphen* oder *Coraciformes* zusammengefaßt und mit den *Eulen* und *Spechten* vereint werden: *Cypseliden*, Mauerschwalben, mit Klammerfüßen (Fig. 548c): *Cypselus apus* L. (nahe verwandt die *Trochiliden* oder *Colibris*); *Caprimulgiden*, Nachtschwalben, Ziegenmelker; *Alcediniden*, Eißvögel: *Alcedo ispida* L., der Fischbrut schädlich (ihnen nahe verwandt sind die tropischen *Bucerontiden*, Nashornvögel).

VII. Ordnung. *Raptatores*, Raubvögel. Die Raubvögel sind muskelstarke Vögel von meist ansehnlicher Körpergröße. Ihre bis an das untere Ende der Laufknochen befiederten Füße haben 4 kräftige, mit starken Krallen bewehrte Zehen, von denen 3 nach vorn gewandt und an der Basis durch eine kurze Bindehaut verbunden sind (Sitzfüße, Fig. 555d). Am kräftigen Schnabel springt der Oberschnabel mit hakenförmig nach abwärts gekrümmter Spitze über dem Unterschnabel hervor. Nach ihrem Bau setzen sich die Raubvögel aus zwei in keiner näheren Verwandtschaft zueinander stehenden Gruppen zusammen.

I. Unterordnung. *Diurni*, *Falconiformes*, *Tagraubvögel*, schlanke, den *Ardeiden* nahe verwandte Tiere mit dicht anliegendem Gefieder, von außergewöhnlicher Sehschärfe. *Cathartae*, mit weichen Lappen am Kopf, *Sarcorhamphus gryphus* Geoffr., Kondor. *Vulturiden* mit kahlen Stellen an Hals und Kopf und langem Schnabel: *Vultur cinereus* L., Mönchsgeier, *Neophron percnopterus* Sav., ägypt. Aasgeier, *Gypaetes barbatus* Cuv., Lämmergeier, durch Mangel der kahlen Stellen zu den Adlern überleitend, neuerdings auch zu ihnen gerechnet. *Falconiden* mit kurzem Schnabel: *Aquila chrysaetos* Bp., Steinadler, *A. imperialis* Bechst., Königsadler, *Buteo vulgaris* Bechst., Bussard, *Falco gyrfalco* L., Edelfalk, *Astur palumbarius* Bechst., Habicht.

II. Unterordnung. *Nocturni*, *Nachtraubvögel*. Gedrungene Tiere mit weichem, locker abstehendem Gefieder, großen, von einem Kreis von Federn (Schleier) umstellten, nach vorn gewandten Augen; sie stehen anatomisch den *Caprimulgiden* (*Coraciformes*) näher als den Tagraubvögeln. *Bubo maximus* Sibb., Uhu; *Syrnium aluco* L., Käuzchen, *Athene noctua* Gray, Steinkauz, *Strix flammea* L., Schleiereule.

III. und IV. Unterklasse. Saururen und Odontornithen.

Die Beziehungen der Vögel zu den Reptilien haben durch paläontologische Funde wesentliche Klärung erfahren, indem zwei jetzt nicht mehr existierende Gruppen, die zahntragenden Vögel oder *Odontornithes* und die *Saururen*, entdeckt wurden. Die aus der Kreideformation stammenden *Odontornithes* haben im Ober- und Unterkiefer Zähne, welche in einer gemeinsamen Rinne oder in Alveolen eingepflanzt sind; sie müssen in zwei Gruppen aufgelöst werden: die *Hesperornithiden*

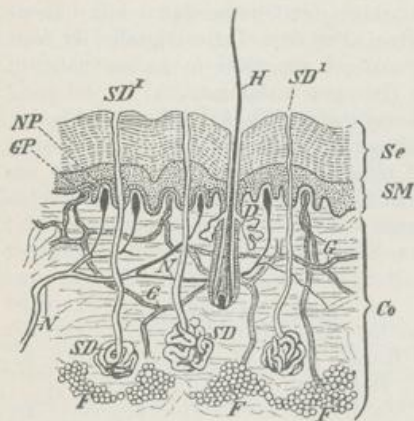
oder *Odontolcen* (*Hesperornis regalis* Marsh), welche sich den Ratiten anschließen, und die mit einer Carina ausgerüsteten *Ichthyornithiden* oder *Odontotormen* (*Ichthyornis dispar* Marsh). Noch wichtiger als die zahntragenden Vögel ist die in zwei Exemplaren aus den Solenhofener Schieferen (Jura) bekannte, ebenfalls bezahnte *Archaeopteryx lithographica* v. Meyer, bei welcher die Carpalien und Metacarpalien der Flügel noch nicht verwachsen, die 3 Finger wohlentwickelt und mit Krallen bewaffnet sind und die Schwanzwirbelsäule, trotzdem sie zwei Reihen von Federn trägt, wie bei einer Eidechse aus 20 langgestreckten Wirbeln besteht (Fig. 2). *Archaeopteryx* und *Ichthyornis* besaßen amphicoele Wirbel.

VII. Klasse.

Mammalien, Säugetiere.

Unter den Wirbeltieren und demgemäß im gesamten Tierreich nehmen die Säugetiere die höchste Stufe der Entwicklung ein; sie verdienen weiterhin unser besonderes Interesse, weil zu ihnen nach Bau und Entwicklung der *Mensch* gehört, wenn er auch seiner Intelligenz nach selbst von den höchst organisierten Arten durch eine weite Kluft getrennt wird.

Integument,
Haare.



Die auffälligsten Merkmale zur Charakteristik der Klasse liefert auch hier wieder die Beschaffenheit der Haut. Man kann mit Oken die Säugetiere Haartiere nennen, weil für sie die Haare ebenso charakteristisch sind wie für die Vögel die Federn. Die Haare (Fig. 557 H) sind

Fig. 557. Schnitt durch die Haut des Menschen (aus Wiedersheim). *Sc* Stratum corneum, *SM* Stratum Malpighii, *Co* Corium, *F* subkutanes Fett, *NP* Nervenpapillen, *GP* Gefäßpapillen, *N* und *G* Nerven und Gefäße des Corium, *SD* Schweißdrüsen, *SD'* Ausführungsgänge derselben, *H* Haar mit Talgdrüsen *D*.

Horngebilde, welche auf Papillen der Lederhaut sitzen und von den Blutgefäßen derselben ernährt werden; sie sind mit ihrem unteren Ende, der Haarwurzel, in eine Einsenkung der Haut, den Haarbalg, eingelassen und sind hier von einer doppelten Umhüllung umgeben, der epithelialen Wurzelscheide, einer Einsenkung der Epidermis, und einer bindegewebigen Lage, der Balgscheide. Kleine Muskelchen können sich an die Basis der größeren Haare befestigen und dieselben aufrichten. Da Seitenäste fehlen, ist der Aufbau des Haares einfacher als der der Feder und ebenso die Verschiedenartigkeit der Formen geringer. Durch spirale Einrollung ausgezeichnet sind die dünneren Wollhaare, gerade gestreckt die Stachelhaare; letztere werden bei zunehmender Dicke Schnurrhaare (an der Oberlippe vieler Säugetiere), Borsten (Schweine) und Stacheln (Igel und Stachelschweine) genannt. Im Pelz vieler *Säugetiere* findet man zweierlei Haare, feine, den dichten Untergrund bildende Woll- und darüber-

liegende Stichelhaare. Histologisch bestehen die Haare aus verhornten Zellen, welche öfters in die Zellen der Mark- und Rindensubstanz geschieden sind; nach außen werden sie von einem Oberhäutchen, der uns von den Reptilien her schon bekannten Pseudocuticula, überzogen. Die Anwesenheit des Oberhäutchens bedingt bei den meisten Säugetieren eine periodische Erneuerung des Haares, bei welcher das alte Haar ausfällt und durch ein aus dem alten Balg (? ob auch von der alten Papille) hervorsprossendes neues Haar ersetzt wird. Gewöhnlich findet nur ein einmaliger Haarwechsel im Frühjahr statt. Bei Tieren, die sich zum Winter weiß verfärben, scheint aber auch im Herbst ein Haarwechsel einzutreten. — Außer den Haaren finden sich bei manchen Säugetieren noch echte Schuppen. Konstante Horngelbilde dagegen sind die Bewaffnungen der Zehenspitzen; sie werden nach ihrer Gestalt als Krallen (Ungues), Hufe (Ungulae) und Nägel (Plattnägel, Laminae) unterschieden (S. 465, Fig. 473).

Die alte Ansicht, daß die Haare der *Säugetiere* wie die Federn der *Vögel* den Schuppen der *Reptilien* entsprechen, hat in der Neuzeit viele Gegner gefunden, welche vielmehr annehmen, daß sie aus den Nervenendhügeln Wasser bewohnender Wirbeltiere hervorgegangen sind, indem diese Sinnesorgane beim Übergang zum Landleben functionslos wurden und verhornten. Wenn Schuppen vorhanden sind, zeigen die Haare eine regelmäßige Gruppierung zu denselben. Da eine derartige Gruppierung sich auch bei schuppenlosen Säugetieren, oft freilich nur beim Embryo nachweisen läßt, scheint das Schuppenkleid eine von den Urmammalien vererbte Einrichtung zu sein, welche neben dem Haarkleid bestand, bei den meisten Säugetieren aber verloren gegangen ist, was gegen die Homologie von Schuppen und Haaren sprechen würde.

Ein weiteres Merkmal der Säugetierhaut ist ihr Drüsenreichtum, ^{Hautdrüsen.} Mit seltenen Ausnahmen finden sich zweierlei Drüsen, Talg- und Schweißdrüsen. Erstere sind acinöse Drüsen, welche mit Vorliebe in den Haarbalg münden und dem Haar die nötige Geschmeidigkeit verleihen (Fig. 557 D); letztere können in den Haarbalg münden, öfters jedoch sind sie von ihm unabhängig; sie sind einfache tubulöse Drüsen mit aufgeknäultem hinterem Ende, welche ein flüssiges Secret, den Schweiß, erzeugen (SD) und, indem sie Abkühlung durch Verdunstung ermöglichen, für das Behaupten einer bestimmten Körpertemperatur (Homoiothermie) von großer Bedeutung sind. Unter dem Einfluß des Geschlechtslebens entwickeln sich die Drüsen, speziell die Talgdrüsen, an gewissen Stellen zu besonders energischer Tätigkeit und bilden ansehnliche Drüsenpakete und Drüsenbeutel: Violdrüsen am Schwanz mancher *Carnivoren*, Klauendrüsen der *Wiederkäuer*, Brunstfeige am Kopf der *Gemsen*, Moschusdrüsen und Bibergeißeldrüsen an der Vorhaut von *Moschustier* und *Biber* (Fig. 566). Die wichtigsten Modifikationen der Hautdrüsen sind jedoch vermöge ihrer allgemeinen Verbreitung und ihrer großen physiologischen Bedeutung die Milchdrüsen, welche das am meisten charakteristische Merkmal der Säugetiere bilden und daher auch den deutschen und den wissenschaftlichen Namen der Klasse veranlaßt haben. Bei den *Monotremen* sind die Milchdrüsen unzweifelhaft enorm entwickelte, verästelte Schweißdrüsen; das gilt auch für die übrigen *Säugetiere*, bei denen sie mit Unrecht früher als modifizierte Talgdrüsen gedeutet wurden, weil ihre Enden bläschenförmig erweitert sind. Bei *Ornithorhynchus* münden die Drüsen auf einer umschriebenen Hautpartie. Dieses mit Drüsenmündungen be-

deckte Feld (Areola mammae) kann sich entweder direkt zu einer Papille erheben, der echten Zitze oder Brustwarze (Fig. 558 A, Mehrzahl der Säugetiere); dann fehlt ein einheitlicher Ausführweg für die Milchdrüsen; — oder das Mammarfeld kann sich zur Mammartasche einsenken (*Echidna*). Wenn nun weiter die Umgebung der Mammartasche ebenfalls zu einer Papille ausgezogen wird, so entsteht die Pseudozitze (B), in deren Innerem ein gemeinsamer Ausführgang für alle Drüsen eines Pakets (Strichkanal der Kühe) liegt. Stets sind die Brustwarzen auf der ventralen Seite symmetrisch zur Mittellinie in zwei nach rückwärts konvergierenden Reihen angebracht, in der Brust- oder Achselgegend oder, was häufiger ist, in der Bauch- oder Inguinalregion. Ihre Zahl ist mindestens zwei, steigt

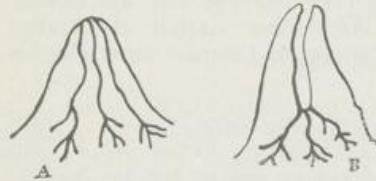


Fig. 558. A wahre, B falsche Zitze (aus Wiedersheim nach Gegenbaur).

aber bei manchen Tieren (*Centetes*) auf 22; im allgemeinen entspricht sie der Maximalzahl von jungen Tieren, welche das Weibchen erzeugt. Obwohl in beiden Geschlechtern vorhanden, treten die Milchdrüsen doch nur im weiblichen Geschlecht in Tätigkeit und auch hier nur nach der Geburt der Nachkommenschaft, wenn zur Ernährung

derselben das Drüsensecret, die Milch, nötig ist.

Skelett,
Schädel.

Ein Hautskelett ist nur bei wenigen Arten vorhanden, wie z. B. in Form festgefügtter Knochenplatten bei den *Gürteltieren*; dagegen zeigt das Achsenskelett zahlreiche, nur bei Säugetieren vorkommende Merkmale. Am Schädel treten die bisher besprochenen Knochen vielfach nur noch als Knochenkerne auf, welche frühzeitig mit benachbarten Kernen zu größeren Knochen verschmelzen. Wie das Schläfenbein lehrt, können hierbei sogar Teile von ganz verschiedener Herkunft, Teile des Visceralskeletts und der Schädelkapsel, vereinigt werden, so daß eine scharfe Trennung von Schädel und Visceralskelett nicht mehr durchführbar ist, wenn auch im allgemeinen die Unterscheidung von Hirn- und Gesichtsschädel dieser Trennung entspricht. Wir sind daher gezwungen, um nicht Engverbundenes auseinanderzureißen, bei der Schilderung des Schädels eine andere Einteilung als bisher zu befolgen, die Einteilung, welche uns die menschliche Anatomie an die Hand gibt.

Im hintern Abschnitt des Säugetierschädels (Fig. 480—482) begegnen wir einem großen Knochen, dem Os occipitis, welcher durch einen doppelten Condylus occipitalis mit dem Atlas gelenkig verbunden ist und die vier uns von früher her bekannten, verschmolzenen, primären Knochen, die Occipitalia, außerdem aber gewöhnlich noch einen bei Säugetieren allein auftretenden Belegknochen, das Interparietale, enthält. Das Interparietale (*Ip*), streng genommen, ein Knochenpaar, entsteht im Winkel zwischen den Parietalia und dem Supraoccipitale und liefert den obersten Teil der Hinterhauptschuppe. Nach vorn von ihm liegen in der Schädeldecke wie bei den übrigen Wirbeltieren: die Parietalia (bei manchen *Wiederkäuern* und *Nagern* mit dem Interparietale verwachsen), die Frontalia und die Nasalia, wozu sich stets noch die Lacrymalia gesellen (Fig. 481, 482, 559 *pa, fr, na, la*). An der Schädelbasis setzt sich vorn an das Basisoccipitale das Keilbein, Os sphenioceum, an, welches bei vielen Säugetieren dauernd (Fig. 481), beim Menschen (Fig. 482) wenigstens embryonal in zwei Stücke getrennt ist, das vordere und das hintere Keilbein. Jedes dieser Stücke läßt sich entwicklungsgeschichtlich wieder in

drei Teile zerlegen. Das hintere Keilbein besteht aus dem unpaaren Basisphenoid (*Spb*) (Körper) und den paarigen Alisphenoiden (*Als*) (den großen Keilbeinflügeln, *Alae temporales*), das vordere aus dem Präphenoid (*Ps*) (Körper) und den Orbitosphenoiden (*Ors*) (*Alae orbitales*, den kleinen Keilbeinflügeln). Vor dem vorderen Keilbein liegt ebenfalls dreiteilig das Ethmoid (*Eth*); das unpaare Mesethmoid bildet zwischen den beiden tief in den Knochen eindringenden Nasenhöhlen eine knöcherne Scheidewand; die paarigen Exethmoidea liefern die Seitenwand der Nasenkapsel und durch komplizierte Faltungen ihrer Innenseite behufs Vergrößerung der Geruchsschleimhaut die den Riechwülsten zugrunde liegenden Muscheln oder Conchae, zu denen sich als ein selbständiger Knochen das Os turbinale, die „untere Muschel“, gesellt.

Das zwischen den Knochen der Schädeldecke und der Schädelbasis seitlich eingekeilte Schläfenbein kann nur verstanden werden, wenn man es im Zusammenhang mit dem ersten und zweiten Visceralbogen

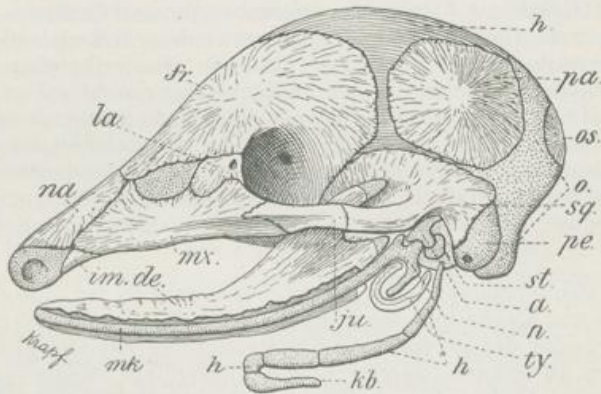


Fig. 559. Kopfskelett eines Embryo von *Tatusia hybrida* (nach Parker und Wiedersheim); knorpeliges Primordialcranium punktiert, häutiges schraffiert (*h*). 1. Belegknochen: *na* Nasale (davor Nasenkapsel und Nasenöffnung), *la* Lacrymale, *fr* Frontale, *pa* Parietale, *im* Intermaxillare, *mx* Maxillare, *ju* Jugale, *sq* Squamosum, *de* Dentale. 2. Knorpel und primäre Knochen: *os* Occipitale superius, *o* Occipitalknorpel, *pe* Petrosium (Gehörkapsel), *a* Amboß (Quadratum), *n* Hammer (Articulare), *mk* Meckelscher Knorpel, *st* Steigbügel (Hyomandibulare), *h* Zungenbeinbogen, *kb* Rest der Kiemenbögen, *ty* Tympanicum.

betrachtet und zugleich von embryonalen Verhältnissen ausgeht (Fig. 559). Man findet dann als Grundlage des Knochens die knorpelige Gehörkapsel, die Anlage des Petrosium (Schläfenbeinpyramide *pe*), und, wie bei den übrigen Wirbeltieren an derselben befestigt, 1. den knorpeligen Kieferbogen: das Quadratum (*a*) und das Mandibulare (*n + mk*), 2. den knorpeligen Zungenbeinbogen: Hyomandibulare (*st*) und Hyoid (*h*) (vgl. damit das Visceralskelett der Selachier, Fig. 510). Hierzu kommt der Belegknochen an der Basis des Quadratum, das Squamosum (*sq*), welches sich proportional der Reduction des Quadratum vergrößert hat, und schließlich unterhalb des Squamosum der Annulus tympanicus (*ty*). Wenn nun Verknöcherung der knorpeligen Teile eintritt, so entsteht aus mehreren Knochenkernen ein einheitliches Petrosium; dasselbe verschmilzt meist mit dem Squamosum und häufig auch mit dem in manchen Ordnungen zu einer ansehnlichen Knochenkapsel (*Bulla ossea*) anwachsenden Tympanicum.

Petrosum und Squamosum einerseits, Tympanicum andererseits umschließen einen Raum, die Trommelhöhle, in welchen die oberen Stücke der beiden Visceralbögen hineingeraten, um durch Verknöcherung zu den Hörknöchelchen zu werden, Hyomandibulare zum Stapes, das Quadratum zum Amboß (Fig. 495, 496). Die Art, wie nun der vordere Rand des Annulus tympanicus, bei der Vereinigung mit dem Squamosum und dem Petrosum die Glasersehe Spalte, Fissura petroso-tympanica, bildend, auf den Kieferbogen trifft, bringt es mit sich, daß auch das obere Ende des Mandibulare (*n*), welches dem Articulare der übrigen Wirbeltiere entspricht, in die Trommelhöhle eingeschlossen wird; bei der Verknöcherung liefert dasselbe den Hammer, während der untere Abschnitt, der „Meckelsche Knorpel“ (*mk*), gleichsam abgequetscht wird. Der Meckelsche Knorpel schwindet später, dagegen wächst sein Belegknochen, das Dentale (*de*), so sehr heran, daß es allein den Unterkiefer darstellt, welcher nun mit dem Squamosum ein neues Kiefergelenk bildet. Dieses neue Kiefergelenk der Säugetiere liegt zwischen den Belegknochen des Quadratum und des Mandibulare — zwischen Squamosum und Dentale — wie das alte, jetzt zum Hammer-Amboßgelenk gewordene Gelenk zwischen den beiden korrespondierenden primären Stücken: Quadratknochen und Articulare. Physiologisch ist die neue Gelenkbildung wohl so zu verstehen, daß die bei den *Säugetieren* erfolgende Vervollkommenung der Bezahnung einen festeren Anschluß des Dentale, des die Zähne tragenden Knochens, an die Schädelkapsel erforderte. Auch sonst tritt das Squamosum vicariierend für das Quadratbein ein, indem es sich mit dem vom Maxillare herkommenden, selten fehlenden Jochbein (*Os zygomaticum* s. *jugale*, *ju*) verbindet.

Die Zurückführung von Hammer und Amboß der *Säugetiere* auf Articulare und Quadratum der übrigen *Wirbeltiere* und die Lehre, daß das Kiefergelenk der ersteren dem Kiefergelenk der letzteren nicht homolog ist, ist wie in früheren Jahren so auch neuerdings wieder von einigen Morphologen lebhaft bekämpft worden, welche den functionellen Ersatz eines so unentbehrlichen Gelenks durch ein anderes für unmöglich halten. Dieser Einwurf verliert an Bedeutung, wenn man annimmt, daß der Funktionswechsel durch einen Zustand angebahnt wurde, auf dem beide Gelenke gleichzeitig zum Kauen dienten.

Der untere Teil des Zungenbeinbogens (*h*) oder das Hyoid bleibt außerhalb der Trommelhöhle und verschmilzt an seinem oberen Ende mit dem Petrosum. Das obere Ende (Processus styloideus) kann dann von dem unteren, an der Copula (Corpus hyoideum) ansitzenden Stück (dem vorderen Zungenbeinhorn) ganz getrennt werden, indem die verbindende Knorpelstrecke zu einem Ligament (*L. stylohyoideum*) atrophiert. Im Zungenbein der Säugetiere erhält sich schließlich noch ein Rest des ersten Kiemenbogens in den Hinterhörnern (Cornua majora des Menschen); Reste der übrigen Kiemenbögen bilden die Kehlkopfknorpel.

Wie das Quadratum (Amboß) im Vergleich zum gleichnamigen Knochen der übrigen Wirbeltiere an Größe ganz auffallend reduziert ist, so ist auch der vordere Abschnitt des Palatoquadratum, welcher die Knochen der Gaumenreihe, Vomer, Palatinum, Pterygoid, umfaßt, schwach entwickelt, besonders im Vergleich zu den davor liegenden, mächtigen Maxillarknochen. Zwischenkiefer (Praemaxillare oder Intermaxillare, *im*) und Oberkiefer (Maxillare *mx*) — beide beim Menschen zu einem einheitlichen Oberkiefer verwachsen — bilden vermöge ihrer Ausdehnung einen

ansehnlichen Teil des Gesichtsschädels und schicken nach rückwärts und einwärts die Gaumenfortsätze (Processus palatini) aus. Durch letztere werden die Knochen der Gaumenreihe eingeeengt; die Vomerer der beiden Seiten werden zu einem unpaaren, die Nasenscheidewand vervollständigenden, senkrecht gestellten Knochen zusammengepreßt, Palatina und Pterygoidea werden rückwärts verlagert. Das Palatinum beteiligt sich noch am harten Gaumen, das Pterygoid (neuerdings als Rest des Parasphenoids gedeutet) nur ausnahmsweise (*Cetaceen*, manche *Edentaten*); letzteres verliert sogar gewöhnlich seine Selbständigkeit und schließt sich dem ihm am meisten benachbarten Knochen der Schädelbasis, dem Basisphenoid, an; genauer gesagt: es verschmilzt mit einem Fortsatz desselben, der Lamina externa der Processus pterygoidei, als die Lamina interna. Im hinteren Keilbein sind somit, ganz wie im Schläfenbein, craniale und viscerale Teile vereint.

Die Wirbel der Säugetiere sind durch vollkommene Verknöcherung ausgezeichnet und untereinander durch Ligamenta intervertebralia, Bandscheiben aus Faserknorpel, verbunden. Stets sind die Halswirbel und die rippentragenden Brustwirbel voneinander unterschieden, meist auch — mit Ausnahme der *Cetaceen* — Lendenwirbel, Sacralwirbel und Schwanzwirbel. Auch die Variabilität in den für die einzelnen Regionen geltenden Zahlen ist eine beschränkte. Namentlich haben alle Säugetiere sieben Halswirbel (darunter Atlas und Epistropheus); nur ganz ausnahmsweise kommen neun (*Bradypus tridactylus*) oder sechs (*Choloepus Hoffmanni*, alle *Manatus*-arten) vor. Bei der Bildung der Sacralwirbel muß man zwei Erscheinungen auseinander halten: 1. Verbindung der Wirbel mit dem Os ilium (echte Sacralwirbel), 2. Verschmelzung der echten Sacralwirbel untereinander und mit darauffolgenden caudalen, pseudosacralen Wirbeln zum Os sacrum. Die Zahl der echten, das Ilium befestigenden Sacralwirbel ist sehr häufig, wie bei *Amphibien*, nur einer (die meisten *Beuteln*, *Huf-* und *Nagetiere*, *Halbaffen*) oder zwei (*Carnivoren*, *Primates*) selten, mehr (*Echidna*, viele *Edentaten*, bei denen auch das Sitzbein sich mit der Wirbelsäule verbinden kann). Pseudosacrale Wirbel fehlen selten ganz, meist schwankt ihre Zahl zwischen 1 und 3. — Vom Gliedmaßenskelett interessieren uns am meisten Schulter- und Beckengürtel. Das Coracoid, welches bei *Monotremen* noch das Sternum erreicht, ist bei allen übrigen Mammalien zu einem Fortsatz der Scapula, dem Processus coracoideus, eingeschrumpft. Selten (bei den schnell laufenden Tieren) fehlt die Clavicula; dieselbe tritt bei den *Monotremen* (Fig. 560 *Cl*) noch

Wirbelsäule
und Extre-
mitäten.

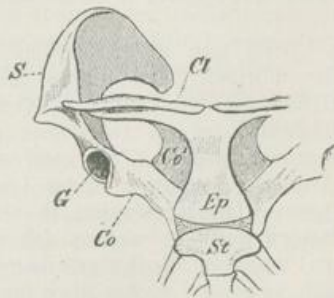


Fig. 560. Sternum- und Schultergürtel von *Ornithorhynchus anatinus*, linke Hälfte nur zum Teil dargestellt (aus Wiedersheim). *St* Manubrium sterni (oberes Ende des Brustbeins), *Ep* Episternum, *Cl* Clavicula, *S* Scapula, *G* Gelenkfläche, für den Oberarm, *Co*, *Co'* Coracoid.

an ein gut entwickeltes Episternum (*Ep*), sonst scheint sie mit dem Sternum zu articulieren; tatsächlich ist sie aber von ihm getrennt durch die Cartilagine interarticularis (früher als Reste des Episternum, jetzt als „Praeclavia“ gedeutet). Am Becken sind Darm-, Sitz- und Scham-

beine zum Hüftbein verwachsen; Sitz- und Schambeine derselben Seite sind durch auf- und absteigende Fortsätze ventral untereinander vereinigt und umschließen gemeinsam das Foramen obturatum (Fig. 569). Die Schambeine der linken und rechten Seite treffen in einer Symphyse zusammen, welche sich auch auf die Sitzbeine ausdehnen kann.

Nächst dem Haarkleid und der scharfen Sonderung von Hals und Brust, Lenden, Sacral und Caudalregion, wobei letztere zum Schwanz rückgebildet wird, ist für die Erscheinungsweise der Säugetiere die hohe Differenzierung der peripheren Extremität wichtig. Abgesehen davon, daß dieselben durch Opponierbarkeit des Daumens und der Großzehe zu Greifhänden und Greiffüßen werden können, entwickeln sie sich meist zu kräftigen Trageapparaten, welche den Körper über den Boden erheben. Die hierzu nötige Streckung der Extremität wird häufig dadurch gesteigert, daß Fuß und Hand nicht in ganzer Länge dem Boden aufrufen (plantigrade W.), sondern in die aufsteigenden Stützen einbezogen werden, in ganzer Ausdehnung mit Ausnahme der letzten Phalange bei den Zehenspitzengängern, oder nur mit Tarsus und Metatarsus, Carpus und Metacarpus bei den Zehengängern.

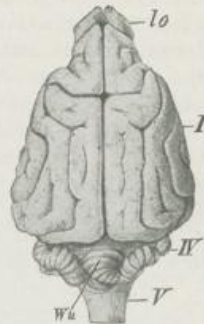
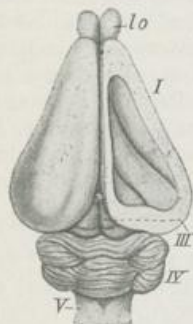


Fig. 561. Gehirn des Kaninchens (nach Gegenbaur). Fig. 562. Gehirn des Hundes (nach Wiedersheim). Fig. 563. Gehirn des Pavians.

I Großhirn, III Mittelhirn (Corpora quadrigemina), IV Kleinhirn, V Nachhirn (Medulla oblongata), R Rückenmark, lo Lobus olfactorius.

Da sich die Säugetiere im allgemeinen durch ihre Intelligenz von den übrigen Wirbeltieren unterscheiden, ist auch ihr Hirn durch die Größe von Großhirn und Kleinhirn ausgezeichnet (Fig. 561—563). Das Kleinhirn ist im Gegensatz zu Vögeln und Fischen in seitliche Kleinhirnhemisphären (IV) und den medianen Wurm differenziert. Beim Großhirn kommt in erster Linie der Mantelteil der Hemisphären in Betracht. Die Stirnlappen desselben wachsen nach vorn über die Lobi olfactorii herüber, welche daher von dem vorderen Ende des Hirns mehr und mehr auf die Unterseite verlagert werden. Die Schläfenlappen dehnen sich links und rechts über die Sehhügel bis an die Schädelbasis aus. Die Hinterhauptslappen endlich decken nach rückwärts successive Mittelhirn, Kleinhirn und Medulla oblongata zu. Da nun die Hauptzunahme der geistigen Fähigkeiten sich innerhalb der Klasse selbst vollzieht, so ergibt uns das Großhirn eine aufsteigende Reihe, welche folgende Zusammenstellung erläutern möge. Bei *Monotremen*, *Beuteltieren*, *Insekten-*

fressern und *Nagern* (Fig. 561) kommt vorn der Lobus olfactorius (*lo*), hinten vielfach noch das Mittelhirn (*III*) zum Vorschein; bei *Halbaffen*, *Carnivoren* (Fig. 562) und *Ungulaten* ist vorn der Lobus olfactorius, hinten das Kleinhirn (*IV*) zum größeren Teil zugedeckt; bei *Menschen*, *Anthropoiden* und vielen anderen *Affen* (Fig. 563) endlich sieht man beim Abtragen des Schädeldaches nur die beiden Großhirnhemisphären, welche alle übrigen Hirnteile mehr oder minder vollkommen von oben verdecken. Weiter ist zu beachten, daß bei den Wirbeltieren der ersten Gruppe die Oberfläche des Hirns meist glatt ist, daß dagegen bei den übrigen das Wachstum der Hirnrinde zur Einfaltung und Bildung von Gyri und Sulci (Hirnwindungen) führt, welche bei den menschenähnlichen Affen, besonders aber beim Menschen, die größte Komplikation erreichen. Eine notwendige Folge der Massenzunahme des Hirnmantels ist die Vergrößerung der die einzelnen Regionen verbindenden Nervenstränge, der Commissuren, die sich immer mehr als besondere Hirnteile hervorheben. So werden innerhalb der Säugetierklasse zwei quere Commissuren zwischen linker und rechter Großhirnhemisphäre (Hirnbalken und Hirngewölbe, Corpus callosum und Fornix) deutlich, ferner zwei derbe Stränge vom Großhirn nach den rückwärts gelegenen Hirnteilen, die Crura cerebri, endlich ein queres Commissurensystem unter dem Kleinhirn, der Pons Varoli, Verbindungen, welche in anderen Wirbeltierklassen ja selbst bei niederen Säugetieren, wie *Monotremen* und *Beuteltieren*, noch nicht mächtig genug sind, um besonders benannt zu werden.

Das Anwachsen des Großhirns und Kleinhirns, und zwar vorwiegend in ihren dorsalen Abschnitten, führt zu einer mehrfachen Knickung der Hirnachse, die sich schon bei *Reptilien* bemerkbar macht, bei den *Vögeln* fortschreitet und bei den *Säugetieren* ihr Maximum erreicht (Hirnbeuge). Anstatt in der Richtung des Rückenmarks zu verlaufen, biegt sich in der Gegend der Medulla oblongata die Hirnachse ventralwärts (Nackenbeuge), dann in der Gegend der Varolsbrücke wieder nach dem Rücken zu (Brückenbeuge), um auf der Höhe der Corpora quadrigemina zum zweitenmal ventralwärts eingeknickt zu werden (Scheitelbeuge). — Durch sein Wachstum übt ferner das Hirn einen äußerst interessanten Einfluß auf die Beschaffenheit des Schädels aus, indem es — bei den *Vögeln* meist noch auf die Gegend hinter den Augen beschränkt — bei den höheren *Säugetieren* bis in die Geruchsgegend vordringt. So kommt es zu einem Anwachsen des Hirnschädels auf Kosten des Gesichtsschädels. Das Größenverhältnis beider hat schon Camper als Maßstab der Intelligenz angesehen und durch den „Camperschen Gesichtswinkel“ zu bestimmen gesucht, eine Bestimmungsmethode, welche in der Neuzeit wesentliche Verbesserungen erfahren hat.

Unter den Sinnesorganen ist die Nase durch drei Merkmale ausgezeichnet. Es findet sich die äußere Nase als ein von Knorpeln gestütztes, oft zu einem Rüssel ausgezogenes Organ. Der Binnenraum der Nase wird vergrößert, indem durch Ausbildung des harten und des weichen Gaumens ein Teil der primitiven Mundhöhle ihm zugefügt wird. Ihr oberer Abschnitt, die Regio olfactoria, erfährt in seinen Seitenwandungen eine komplizierte Ausgestaltung durch Bildung der Riechwülste oder oberen Muscheln, welche zu der schon bei *Amphibien* vorhandenen unteren Muschel (Os turbinale) hinzutreten. Zur Vergrößerung der Schleimhautflächen dienen weiterhin sinuöse Ausstülpungen in die benachbarten Knochen, in die Stirnbeine, Keilbeine und Oberkiefer (Sinus frontales,

Sinnes-
organe.

S. sphenoidales, S. maxillares). — Bei Auge und Ohr sind die äußeren Hilfsapparate für die Erscheinungsweise der Säugetiere wichtig, am Auge die oberen und unteren Augenlider, neben denen die Nickhaut in mehr oder minder rudimentärem Zustand fortbesteht, am Ohr die von Knorpel gestützte nur bei *Cetaceen*, *Monotremen* und *Sirenen* unvollkommen entwickelte Ohrmuschel und der äußere Gehörgang. Das Gehörorgan ist zugleich in seinen inneren Teilen wesentlich umgestaltet: die Säugetiere sind die einzigen Wirbeltiere, bei denen die drei Gehörknöchelchen, Hammer, Amboß und Steigbügel, vorkommen (Fig. 496) und der Blindsack des Sacculus, der Ductus cochlearis, in 2–4 Spiralwindungen wie ein Schneckenhaus eingewunden und zur Schnecke entwickelt ist (Fig. 79, 495).

Bezeichnung.

Bei der Besprechung des Säugetierdarmes verdient vor allem die auf Unterkiefer, Zwischen- und Oberkiefer beschränkte Bezeichnung Beachtung, weil sie sowohl zur Unterscheidung der gesamten Klasse von anderen Wirbeltierklassen als auch innerhalb der Klasse zur Charakteristik der einzelnen Ordnungen benutzt wird. Wenn wir *Monotremen*, *Edentaten* und *Cetaceen*, bei welchen

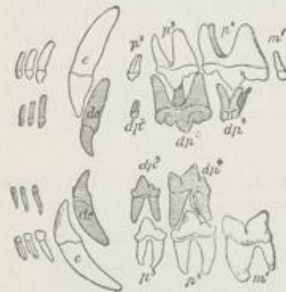


Fig. 564. Bleibendes Gebiß und Milchgebiß der Katze, *c* Eckzähne, *p*²–*p*⁴ Prämolarkähne, *m*¹ Molarkahn, Schneidezähne ohne Nummern, *d* bedeutet das Milchgebiß (aus Boas).

(Knochengewebe) umhüllte Wurzel abgeteilt. Die Wurzeln sind in besondere Höhlungen des Kiefers, die Zahnalveolen, eingeklebt und entstehen zuletzt, wenn das Wachstum des Zahnes seinem Ende entgegengeht, so daß Zähne, bei denen die Wurzelbildung unterbleibt, wie die Schneidezähne der *Nager*, die Stoßzähne der *Elefanten* oder die Eckzähne der *Schweine* etc., unbegrenzt fortwachsen. Aus dem Einfluß der Wurzelbildung auf das Wachstum des Zahnes erklärt sich ferner der Unterschied von brachyodonten und hypsodonten Zähnen, Zähnen mit kurzen und langen Kronen. Erstere sind durch frühzeitige, letztere durch verspätete Bewurzelung ausgezeichnet. 3. Infolge ihrer besseren Befestigung nutzen sich die Zähne nicht so schnell ab und bedürfen nicht des raschen Ersatzes; es findet meist nur ein einmaliger Wechsel statt, indem das bei der Geburt vorhandene oder bald darauf durchbrechende „Milchgebiß“ oder „lacteale Gebiß“ — besser Zähne der „ersten Dentition“ genannt — nach einiger Zeit vom bleibenden Gebiß — Zähnen der zweiten Dentition — ersetzt wird (diphyodonte Säugetiere): in einigen Fällen unterbleibt der Zahnwechsel ganz, sei es, daß die zuerst angelegten Zähne sich dauernd erhalten (*Beuteltiere*, vielleicht auch *Zahnwale*), sei es, daß die erste Dentition mehr oder minder rudimentär

die Bezeichnung in offenkundiger Rückbildung begriffen ist, außer acht lassen, so sind vier Merkmale hervorzuheben, welche sämtlich darauf hinweisen, daß das Gebiß der Säugetiere höher entwickelt und daher einer größeren Gesetzmäßigkeit unterworfen ist, als das Gebiß der übrigen Wirbeltiere (Fig. 564): 1. Die Zahl der Zähne ist mindestens für jede Art, meist sogar für die Gattung, vielfach auch für die Familie, konstant. Wie die Menschen normalerweise 32 Zähne haben, so die Hunde 42, die anthropoiden Affen 32, die plattnasigen Affen 36 usw. 2. Die Zähne sind besser befestigt. Ihr Dentinkörper wird in der Regel durch eine leichte Einschnürung in die mit Schmelz bedeckte Krone und die von Cement

wird (*Edentaten*, manche *Nager*, *Insektenfresser*, *Fledermäuse*, *Pinnipeder* (monophyodonte S.). Außer den zwei typischen Dentitionen können noch Reste von einer, selbst zwei weiteren Dentitionen vorkommen. Eine niemals functionierende, aus verkalkten Anlagen bestehende, prälac-teale Dentition ist am besten bei *Marsupialiern* zu beobachten, seltener, und dann nur in Keimrudimenten, bei *Placentaliern*. Eine dritte, den bleibenden Zähnen folgende Dentition wird nur bei manchen *Placentaliern* angelegt; einige Zähne derselben können ausnahmsweise auch in Function treten. 4. Innerhalb der Zahnreihe hat sich eine Arbeitsteilung vollzogen und zu Unterschieden in der Gestalt und der Bewurzelung der Zähne geführt (Anisodontie oder Heterodontie); die Zähne des Zwischenkiefers und ihrer Antagonisten im Unterkiefer sind einwurzelig, haben Meißelgestalt und heißen daher Schneidezähne, *Dentes incisivi*; bei dieser Definition muß man aber beachten, daß die Schneidezähne ab und zu nadelartig zugespitzt, wie bei *Insectivoren* (Fig. 574), anstatt mit einer mit zwei Wurzeln versehen sein (einige *Insectivoren*, *Marsupialier*, *Lemuriden*), ja sogar ihren Ursprung im Oberkiefer haben können. An die *Dentes incisivi* schließt jederseits oben und unten der *Dens caninus*, der Eckzahn (*c*) an, ein ebenfalls einwurzeliger, gewöhnlich konisch zugespitzter Zahn (wahrscheinlich ein modifizierter Prämolare). Nach hinten von ihm folgen die Backzähne, meist breite, zwei- bis mehrwurzelige Zähne mit höckeriger Mahlfäche: sie sind stets nur zum Teil — die vorderen — im Milchgebiß angelegt, während die hinteren erst im bleibenden Gebiß auftreten und daher gar nicht gewechselt werden. Nach dieser verschiedenen Entwicklung unterscheidet man die im Milchgebiß vorgebildeten Backzähne als *Praemolares* oder Lückzähne (falsche Backzähne) und die nicht vorgebildeten als *Molares* oder echte Backzähne, eine Unterscheidung, welche aber ebenfalls nicht scharf durchgeführt werden kann. — Aus dem Gesagten folgt mit Notwendigkeit, daß man eine jede Säugetierart nach der Beschaffenheit ihres Gebisses wird charakterisieren und diese Charakteristik in eine „Zahnformel“ wird zusammenfassen können. Man hat nur nötig, die Zahlen der vier oben genannten Zahnformen — die des Oberkiefers und Unterkiefers durch einen horizontalen Strich getrennt — in ihrer Reihenfolge aufzuführen. Bei der Symmetrie beider Körperhälften bedarf es nur der Angabe für eine Seite, wobei man mit den Schneidezähnen beginnt und im Fall, daß eine Zahnsorte fehlen sollte, den Defekt mit einer 0 bezeichnet. Die Zahnformel des Menschen würde demnach lauten: $\frac{2123}{2123}$, die der Rinder, denen im Oberkiefer die Schneide- und Eckzähne fehlen: $\frac{0033}{2123}$. — Die verschiedenen Zahnformeln der Säugetiere (mit Ausnahme der *Monotremen* und *Marsupialier*) lassen sich auf eine Grundformel, aus der sie der Hauptsache nach durch Rückbildung entstanden sind, zurückführen. Dieselbe lautet wahrscheinlich: $\frac{4144}{4144}$.

Die Backzähne unterliegen je nach der Nahrung am meisten einem Wechsel der Form. Als Ausgangsform wollen wir das Gebiß omnivorer Tiere wählen, bei denen die Krone mehrere stumpfe Höcker besitzt (*bunodontes* Gebiß). Bei animalischer Nahrung (Fig. 564, 571) sind die Höcker der Krone zugespitzt und schneidend (*secodontes* G. der *Insectivoren* und *Carnivoren*); ist die schneidende Kante außergewöhnlich scharf und auf der Innenseite des Zahns noch ein besonderer Höcker (Talon) vorhanden, so spricht man von einem Reißzahn (*D. lacerans* der *Carnivoren*). Bei pflanzlicher Kost werden die Höcker durch quere Kämme

(Joch) verbunden oder sie sind halbmondförmig (*lophodontes* und *selenodontes* G.). Indem die Höcker und Joch teilweise abgeschliffen und die Furchen zwischen ihnen mit Cement ausgefüllt werden, entstehen breite Mahlfächen, deren Festigkeit hauptsächlich durch die der Abnutzung am meisten Widerstand leistenden Schmelzübertzüge der Höcker und Joch bedingt wird. Diese dringen von der äußeren Schmelzmauer des Zahnes als Falten nach innen vor; indem die Falten sich abschnüren, können auf der Mahlfäche Schmelzinseln entstehen (*Dentes complicati* der *Huftiere*). Wenn die Schmelzfalten in regelmäßigen Abständen von innen und außen in den Zahn vordringen und in der Mitte zusammen treffen, so zerlegen sie ihn in zahlreiche aufeinander folgende, durch Cement verbundene Blätter (zusammengesetzte Zähne der *Elefanten* [Fig. 585] und mancher *Nager*).

Paläontologische Untersuchungen, mit denen auch neuere entwicklungsgeschichtliche Erfahrungen übereinstimmen, haben zu dem Resultat geführt, daß in der Bildung der Höcker bei den Backzähnen eine große Gesetzmäßigkeit herrscht. Man unterscheidet triconodonte und trituberculare Zähne, je nachdem 3 Höcker in einer Reihe oder in Form eines Dreieckes gestellt sind, endlich multituberculare Zähne mit zahlreichen regellosen Höckern. Die tritubercularen Zähne entwickelten sich weiter, indem zu den 3 vorhandenen Höckern und zwar immer zunächst am Unterkiefer sich ein neues Stück hinzufügt, der mit 3 kleinen oder einem stärkeren Höcker versehene Talon. Die Bildung der Höcker erfolgt bei den Prämolaren in anderer Weise als bei den Molaren. Da erstere meist auch einfacher gebaut (nicht selten einhöckerig und einwurzelig) sind, gründet sich die Unterscheidung der beiden Formen der Backzähne nicht ausschließlich auf ihre Entwicklungsgeschichte, sondern auch auf ihren Bau. Dies ist wichtig, weil es vorkommt, daß Prämolaren nicht gewechselt werden (*Beuteltiere*, manche *Insectivoren* und *Nager*) und daß andererseits hinter den Molaren Anlagen von Ersatzzähnen auftreten. Letzteres, sowie das Lageverhältnis zur Zahnleiste beweist, daß die Molaren, streng genommen, nicht der zweiten, sondern gemeinsam mit dem Milchgebiß der ersten Dentition angehören. Sie sind verspätet angelegt und daher in das bleibende Gebiß übernommene Teile der ersten Dentition.

Vor den Zahnreihen liegen bei den Säugetieren die weichen Hautfalten der Lippen, welche durch die Anwesenheit einer besonderen Muskulatur von ähnlichen Einrichtungen anderer Wirbeltiere unterschieden sind. Von der die Zunge und Zähne umschließenden Mundhöhle ist der folgende Abschnitt des Darmrohres, der Pharynx, durch das Gaumensegel getrennt; derselbe verzweigt sich nach rückwärts in den Ösophagus, dessen Grenze gegen den Magen durch die verschließbare Cardia bezeichnet wird. An seinem anderen Ende kann der Magen durch den Pylorus gegen den Darm (im engeren Sinn) abgeschlossen werden. Am Darm unterscheidet man nach dem Durchmesser des Lumens stets Dünndarm und Dickdarm (bestehend aus Colon und Rectum). Indem der Dünndarm in den Dickdarm seitlich einmündet, markiert sich an letzterem ein besonderes blind geschlossenes Ende, der Blinddarm, welcher bei Säugetieren mit animaler Kost klein ist oder fehlt, bei den Herbivoren (besonders den *Nagetieren*) dagegen stets groß ist und sogar der ansehnlichste Darmabschnitt sein kann. Hat das hintere blinde Ende des Blinddarms geringeres Caliber und abweichende Structur (Reichtum an Lymphfolikeln), so entsteht der Wurmfortsatz oder Processus vermiformis

(*Primates, Nager*). In die Mundhöhle münden 3 Paar Speicheldrüsen, in den Dünndarm (Duodenum) Leber und Pancreas.

Für den Atmungsapparat ist am wichtigsten die Anwesenheit eines kräftigen, bei anderen Wirbeltieren (vielleicht schon bei *Amphibien*) nur in seinen Anfängen erkennbaren Zwerchfelles oder Diaphragma, einer Scheidewand, welche die Leibeshöhle in eine Brust- und Bauchhöhle sondert. In der Brusthöhle liegen Ösophagus, Herz mit Herzbeutel, vor allem Trachea, Bronchen und Lungen, in der Leibeshöhle alle übrigen vegetativen Organe. Die Scheidewand ist muskulös und in die Brusthöhle hinein kuppelförmig gewölbt; bei der Contraction des Zwerchfelles muß sich seine Wölbung abflachen und der Raum der Brusthöhle sich erweitern. Das führt zur Ausdehnung der an der Brustwand luftdicht anschließenden Lunge und damit zur „Inspiration“, während bei Erschlaffen des Zwerchfelles die Lungen, ihrer Elastizität folgend, sich zusammenziehen und einen Teil der Luft austreiben (Exspiration). Außerdem kann Heben des Brustkorbes die Inspiration, Senken die Exspiration unterstützen. — Die Atmungswege (Fig. 497, 3 und 4) beginnen mit dem zur Stimmbildung dienenden Kehlkopf, der durch die für die Säugetiere charakteristische Cartilago thyreoidea vervollkommenet und durch den Kehledeckel (Epiglottis) gegen den Pharynx abgeschlossen werden kann; auf ihn folgt die Trachea, welche sich in einen linken und rechten Bronchus gabelt; jeder Bronchus verästelt sich fortgesetzt, bis die kleinsten Bronchiolen entstehen, welche mit Aussackungen, den zur Atmung dienenden Lungenbläschen, bedeckt sind. — Das Herz der Säugetiere (2 Kammern und 2 Vorkammern) ist in eine linke und rechte Hälfte getrennt; ebenso wird frühzeitig im Embryonalleben der anfänglich einfache Arterienstiel in eine venöse, aus dem rechten Herzen entspringende A. pulmonalis und in eine arterielle aus der linken Herzkammer entspringende Aorta ascendens zerlegt. Zum Unterschiede von Reptilien und Vögeln wird normalerweise der linke Arterienbogen zum arteriellen Aortenbogen, während der rechte verloren geht.

Respirationsorgane.

Für die systematische Einteilung der Säugetiere hat das Urogenitalsystem die allergrößte Bedeutung gewonnen (Fig. 565). Dasselbe besteht auf frühen Stadien des Embryonallebens in beiden Geschlechtern im wesentlichen aus denselben Teilen: aus der zuerst sich anlegenden Urniere (Wolffschem Körper, *W*) und der später auftretenden, bleibenden Niere, aus der als Allantois sich in die Embryonalhäute erstreckenden Harnblase (*4* und *5*) und aus 3 Ausführgängen, den Müllerschen oder Vornierengängen (*m*), den Wolffschen oder Urnierengängen (*w*), und den Gängen der bleibenden Nieren oder Ureteren (*3*). Die Ausführgänge münden sämtlich nicht mehr in den Darm, sondern in die Harnblase im weiteren Sinne, der Ureter (mit Ausnahme der *Monotremen*) in den Grund (Fundus) der Harnblase, Wolffsche und Müllersche Gänge in die Sinus urogenitalis genannte untere Verlängerung (*ug*) der Blase. Auf dem Wolffschen Körper lagert in der Leibeshöhle die Geschlechtsdrüse (*ot*). In der vorderen Wand des Sinus urogenitalis liegt ein Körper aus schwellbarem Gewebe, der Geschlechtshöcker (*cp*), welcher beim weiblichen Geschlecht klein bleibt (Clitoris), beim männlichen Geschlecht sich vergrößert und die Grundlage des Penis liefert. Da der Sinus urogenitalis von vorn in den Enddarm (*i*) mündet, ist embryonal stets eine Kloake (*cl*) vorhanden. Der entodermale Abschnitt der Kloake wird bei allen Säugetieren ausnahmslos in Darm und Urogenitalsinus getrennt. Bei den

Urogenital-system.

Monotremen erhält sich dann noch eine tiefe ectodermale Kloakenbucht; schwach angedeutet ist dieselbe auch bei weiblichen *Marsupialiern*, manchen *Insectivoren*, *Rodentien* und *Edentalen*; werden After und Urogenitalöffnung durch Ausbildung des Dammes (Perineum) vollkommen getrennt.

Männliche
Geschlechts-
organe.

Aus der indifferenten Anlage der Urogenitalkanäle läßt sich leicht der männliche Apparat ableiten, der sich ziemlich gleichförmig bei den meisten Säugetieren verhält (Fig. 566). Geschlechtshöcker und Sinus

Fig. 565.

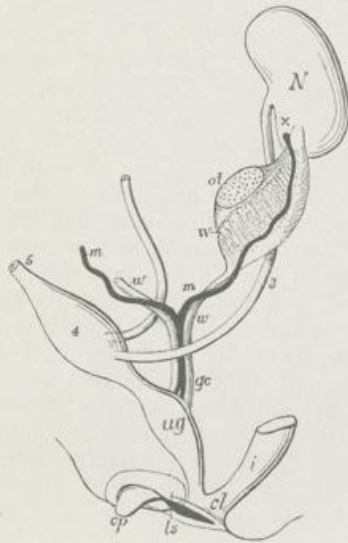


Fig. 566.



Fig. 565. Schema des Urogenitalsystems eines Säugetieres auf frühem Stadium (im Anschluß an Thomson). Ventrale Ansicht, nur Harnblase, Kloake und Genitalhöcker in Profilstellung gebracht. 3 Ureter, 4 Harnblase, 5 Verlängerung der letzteren zur Allantois (Urachus), ug Sinus urogenitalis, cl Kloake, i Enddarm, cp Genitalhöcker, ls Anlage des Hodensackes (der großen Schamlippen), of Geschlechtsdrüse, W Wolffscher Körper, x dessen oberes Ende, w Wolffsche Gänge, m Müllersche Gänge, gv Vereinigung beider zum Genitalstrang.

Fig. 566. Urogenitalsystem des männlichen Bibers (aus Blanchard). o Harnblase mit Uretern, n Hoden, m Samenleiter, l Samenbläschen, k Cowpersche Drüsen, i Corpora cavernosa des Penis, e Eichel des Penis, a Bibergeißelsäcke, b deren Mündung in den aufgeschnittenen Vorhautkanal, d Mündung des Vorhautkanals, c Analdrüsen, f deren Mündung, g After, h Schwanzwurzel.

urogenitalis wachsen gemeinsam aus und erzeugen den von der Harnröhre durchbohrten Penis. Die Müllerschen Gänge schwinden und aus Wolffschem Gang und Teilen des Wolffschen Körpers entstehen die Ausführwege des Hodens: Vas deferens und Nebenhoden. Mit Ausnahme der *Monotremen*, *Elefanten*, mancher *Insectivoren* tritt eine Verlagerung der Hoden von ihrer der Lendengegend angehörigen Ursprungsstätte ein; sie erfolgt nach abwärts längs eines zur Haut der Leistengegend ziehenden Bandes (Gubernaculum Hunteri); die Verlagerung ist unbedeutend bei den *Cetaceen* und manchen *Edentalen*; gewöhnlich aber erreicht sie einen

solchen Grad, daß die Hoden die Bauchhöhle verlassen und in peritoneale Bruchsäcke zu liegen kommen, welche in der Umgebung des Penis in die Genitalwülste (Fig. 556 *ls*) oder den Hodensack ausgestülpt werden. Solange der Bruchsack (Scheidenkanal) sich nicht abgeschnürt hat, kann der Hoden außerhalb der Zeit der Geschlechtstätigkeit (der Brunst) in die Leibeshöhle zurückgleiten (*Nager*, viele *Insektenfresser* etc.), was durch Verwachsung der Wände des Scheidenkanals bei sehr vielen Säugetieren, wie dem Menschen, unmöglich gemacht wird. Anhänge des männlichen Geschlechtsapparates sind die Samenbläschen (an den Samengängen), ein Rest des Müllerschen Ganges (Uterus masculinus), die Cowperschen Drüsen und die Prostata, ein reichlicher Drüsenbesatz am Sinus urogenitalis.

Im weiblichen Geschlecht bilden sich allgemein der Wolffsche Körper und Gang zurück; der Geschlechtshöcker (Clitoris) und der Sinus urogenitalis wachsen nicht in die Länge; die Ovarien erfahren eine geringe Verlagerung und treten nicht aus der Leibeshöhle heraus, die Müller-

Weibliche
Geschlechts-
organe.

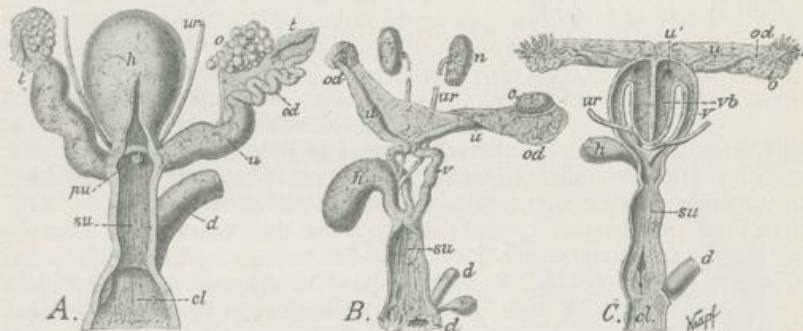


Fig. 567. Weiblicher Geschlechtsapparat A von *Echidna aculeata*, B von *Didelphys dorsigera*; C von *Phascolomys Wombat* (B und C nach Wiedersheim). cl Kloake, d Darm, h Harnblase, n Niere, o Ovar, od Oviduct, pu Mündung der Ureteren, su Sinus urogenitalis, t Ostium abdominale tubae (Mündung des Eileiters in die Leibeshöhle), u Uterus, u' Mündung desselben in die Vagina, ur Ureter, v Vagina, vb Vaginalblindsack.

schen Gänge endlich werden zu den Ausführwegen. In der Art, wie letzteres geschieht, ergeben sich große systematisch wichtige Unterschiede. Bei den *Monotremen* münden beide Gänge völlig voneinander getrennt in den Sinus urogenitalis; sie sind nur in zwei Teile differenziert (Fig. 567 A), in die durch weite Öffnungen mit der Leibeshöhle in Verbindung stehenden Eileiter (od) und die Scheiden (u). Zwischen den beiden Scheiden münden ebenfalls noch in den Sinus urogenitalis (aber auf einer Papille, welche in die Harnblase hineinragt) die Ureteren (ur). Bei den *Beuteltieren* (B und C) unterscheidet man drei Abschnitte, außer Eileiter (od) und Scheide (v) noch den Uterus (u); ferner bahnt sich bei ihnen eine Verschmelzung der Müllerschen Gänge der linken und rechten Seite an. Die oberen, an den Uterus angrenzenden Enden der beiden Scheiden nähern (B) und verwachsen bei einem Teil der Arten (C) zu einem unpaaren Blindsack (vb), der sogar als eine dritte unpaare Scheide dauernd in den Sinus urogenitalis münden oder bei dem Geburtsakt vorübergehend wegsam gemacht werden kann; von der Verwachungsstelle aus trennen sich die henkelartig gestalteten unteren

Scheidenenden (*v*) von neuem und bleiben bis zum Sinus urogenitalis getrennt. Die bei den Beuteltieren vorbereitete Verschmelzung beider Scheiden ist bei allen placentalen Säugetieren zu Ende durchgeführt und sind dadurch Scheide und Sinus urogenitalis ein einheitlicher Kanal geworden (Fig. 568). Dagegen kann der Uterinabschnitt der Müllerschen Gänge noch getrennt sein (A. Uterus duplex vieler *Nagetiere*), oder er ist teilweise verschmolzen (B. Uterus bicornis der *Insektenfresser*, *Wale*, *Huf-* und *Raubtiere*) oder vollkommen einheitlich (C. Uterus simplex bei *Affen* und *Menschen*).

Wir haben soeben drei verschiedene Grundformen des weiblichen Geschlechtsapparates kennen gelernt, insofern die Scheide vom Uterus

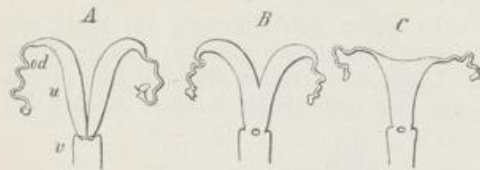


Fig. 568. A Uterus duplex, B Uterus bicornis, C Uterus simplex (aus Gegenbaur). *od* Oviduct, *v* Uterus, *v* oberes Ende der Vagina.

noch nicht differenziert ist (*Ornithodelphier*) oder doppelt (*Didelphier*) oder einfach und unpaar ist (*Monodelphier*). Diesen drei Typen entsprechen drei verschiedene Arten der Fortpflanzung. Die *Ornithodelphier* sind eierlegend, die *Didelphier* und *Monodelphier* sind zwar beide lebendig gebärend, unterscheiden sich aber durch die Dauer der Tragzeit. Die Eier aller lebendig gebärenden Säugetiere sind so klein (ca. 0,2 mm), daß sie eine totale, nahezu äquale Furchung erleiden. Derartige Eier bedürfen der Ernährung durch die Mutter, um einen Organismus von dem komplizierten Bau eines Säugetieres zu liefern. Da nun bei den *Didelphiern* die Ernährung im Uterus gewöhnlich eine sehr unvollkommene ist, ist auch die Tragezeit eine sehr kurze; sie beträgt, wenn wir Tiere von gleichem Körpergewicht in Vergleich stellen, nicht einmal so viele Wochen, wie Monate bei den *Monodelphiern*, weil bei letzteren sich die Ernährungsbedingungen für den Embryo durch Bildung der bei einigen Beuteltieren schon angedeuteten Placenta wesentlich vervollkommen haben. Dementsprechend werden bei den *Didelphiern*, den „*Aplacentalien*“, die Embryonen in einem außerordentlich viel unvollkommeneren, hilfsbedürftigeren Zustand geboren und sind von viel geringerer Körpergröße als bei den *Monodelphiern*, den „*Placentalien*“.

Die Sorge für die Nachkommenschaft ist allen Säugetieren gemein und wird vorwiegend oder ausschließlich vom Weibchen ausgeübt, welches seine Jungen nicht nur mit dem Secret der Milchdrüsen säugt, sondern auch gegen Angriffe verteidigt und in warmen, wenn auch meist wenig kunstvollen Nestern unterbringt. Die meisten Säugetiere sind monogam, andere sind polygam, bei dritten kommt es überhaupt nicht zum dauernden Zusammenleben der Geschlechter. — Die Körpertemperatur ist eine konstante (Homöothermie, Warmblüter) und beträgt ca. 36–41° C (bei *Echidna* nur 26–34°). Um sie aufrecht zu erhalten, bedürfen die meisten Säugetiere einer andauernden Ernährung. Von dieser Regel machen nur wenige eine Ausnahme, wie *Bären*, *Dachse*, *Siebenschläfer*, *Murmeltiere* etc., die in der kalten Jahreszeit in einen Winterschlaf verfallen und dann keine Nahrung mehr zu sich nehmen. In diesen Fällen tritt stets infolge des herabgesetzten Stoffwechsels eine sehr bedeutende Abnahme der Körpertemperatur ein.

I. Unterklasse und Ordnung.

Monotremen, Kloakentiere, Ornithodelphier, Ovomammalien.

Beschränkt auf Australien und Neuguinea leben wenige eigentümliche Säugetierarten, die sich auf die 3 Gattungen *Echidna*, *Proechidna* und *Ornithorhynchus* verteilen und sich schon dadurch von allen übrigen Säugetieren unterscheiden, daß sie dotterreiche, etwa 1—1,5 cm lange, weichschalige Eier legen. Letztere erfahren im Uterus des Weibchens die discoidale Furchung, werden dann aber weiter ausgebrütet, von *Echidna* in einem zur Zeit der Fortpflanzung sich bildenden Brutbeutel (Marsupium) am Bauch. Die jungen Tiere werden beim Verlassen der Eischalen von der Mutter gesäugt, und zwar mit dem Secret enorm vergrößerter Schweißdrüsen, die links und rechts von der Mittellinie des Bauches zwei Drüsenpakete bilden, die Mammarydrüsen. Jedes Drüsenpaket mündet auf einem besonderen Bezirk der Bauchhaut, der bei *Ornithorhynchus* ein wenig schlitzartig vertieft ist, bei *Echidna* die Mammarytasche bildet. Unterschiede zu den übrigen Säugetieren, welche zugleich Ähnlichkeiten zum Teil mit den Reptilien, zum Teil mit den Vögeln darstellen, sind die starke Ausbildung des Episternum und der das Sternum erreichenden Coracoidea (Fig. 560), die Umänderung der Ureteren in den Sinus urogenitalis (nicht in den Fundus der Harnblase), die Kloakenbildung in beiden Geschlechtern und die spezifisch vogelähnliche Beschaffenheit der weiblichen Geschlechtsorgane (*Ornithodelphia*), an denen das kräftigere linke Ovar allein funktioniert und ein Unterschied von Uterus und Scheide noch fehlt. Alles das darf uns nicht vergessen lassen, daß die *Monotremen* das Haarkleid, die Schädelbeschaffenheit (Hörknöchelchen, Articulation des Unterkiefers) und den Sinus urogenitalis echter Säugetiere haben und in der Anwesenheit der Beutelknochen auf dem Becken (Fig. 569) sogar eine nähere Verwandtschaft mit den Beuteltieren bekunden. Die oberen Enden der Hyoide sind ligamentös oder direkt mit dem knorpeligen Gehörgang verbunden, der sich in eine kaum sichtbare Ohrmuschel erweitert. — Die Kiefer sind zahnlos und von Hornscheiden umschlossen; doch finden sich bei jungen *Ornithorhynchiden* jederseits im Oberkiefer zwei, im Unterkiefer drei vielhöckerige Backzähne, welche später von vier breiten Hornplatten ersetzt werden; auch *Echidna* entwickelt im Embryonalleben eine Zahnleiste mit Zahnanlagen, ferner einen unpaaren Dentinzahn zum Öffnen der Eischalen.

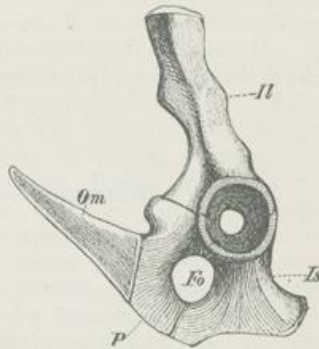


Fig. 569. Linksseitige Ansicht des Beckens von *Ornithorhynchus anatinus* (aus Wiedersheim). *Il* Ilium, *Is* Os ischii, *P* Os pubis, *Om* Os marsupiale, *Fo* Foramen obturatum.

1. *Echidniden*, Ameisenigel; Körper mit Stacheln bedeckt, Schnauze mit wurmförmiger Zunge, die zum Insektenfang dient; Füße mit starken Scharrkrallen, fünfzehig. *Echidna aculeata* Shaw, Australien und Van-diemensland. *Proechidna bruijini* Pet. und Dor. Neuguinea, dreizehig. —
2. *Ornithorhynchiden*, Schnabeltiere; zahnlose, im Wasser „grundelnde“,

dicht behaarte Tiere mit weichem, an einen Entenschnabel erinnernden Schnabel, der reich an Tastorganen ist; die fünfzehigen Füße mit breiter, besonders an den Vorderfüßen gut entwickelter Schwimnhaut. *Ornithorhynchus anatinus* Shaw, in Südastralien (Fig. 570). Die Männchen der *Monotremen* besitzen einen Sporn an den Hinterfüßen, durch den eine mächtige am Oberschenkel gelegene Drüse mündet und der wahrscheinlich bei der Begattung eine Rolle spielt. — Den *Monotremen* sind wahrscheinlich die ältesten fossilen Säugetierreste zuzurechnen, die schon in der Trias auftretenden, im Jura sich weiter ausbreitenden, schon im Eocän aussterbenden, leider sehr unvollkommen bekannten *Allotherien* (*Microlestes*, *Plagiaulax*).



Fig. 570. *Ornithorhynchus anatinus* (aus Schmarda).

Ihre multitubercularen Zähne erinnern an die hinfalligen Zähne von *Ornithorhynchus*; auch existieren Andeutungen, daß das Coracoid noch als besonderer Knochen erhalten war. Ob andere im Jura auftretende Formen mit hohen Zahnzahlen (*Phascolotherium* mit 48 Zähnen, *Amphitherium* mit 64 Zähnen) schon auf *Marsupialier* oder *Placentalier* (*Insectivoren*) bezogen werden können, ist zweifelhaft.

II. Unterklasse.

Marsupialier, Didelphier, Beuteltiere.

Die Beuteltiere sind wie die übrigen Säugetiere lebendig gebärend. Ihre Eier sind klein, haben meist eine totale Furchung und entwickeln sich im Uterus der Mutter, indem sie durch Ausscheidungen von der Wand desselben ernährt werden. Nur bei der Gattung *Perameles* hat man eine Art Placenta gefunden, insofern hier die Allantois des Embryo sich mit der Uterinschleimhaut der Mutter so innig verbindet, daß zwischen den beiderlei Gefäßen ein Stoffaustausch möglich ist (in geringerem Maßstabe auch bei *Phascolarctos* und *Halmaturus*). Eine ähnliche Einrichtung ist bei *Dasyurus viverrinus* für die Dottersackgefäße getroffen. Doch bleibt der Unterschied bestehen, daß die Gefäße der Frucht nicht mit Zotten in das Uteringewebe hineinwachsen, wie es selbst bei den primitivsten Placenten der Placentalier der Fall ist. In allen Fällen ist die Ernährung ungenügend und werden die jungen Tiere in völlig hilflosem Zustande geboren. Sie werden daher von der Mutter noch längere Zeit getragen, meist im Marsupium, einem durch eine Hautfalte gebildeten Beutel in der unteren Bauchgegend, an dessen Grund die Zitzen der Milchdrüsen münden. Zur Stütze der Bauchdecken dienen die Beutelknochen, schlanke Knochenstäbe, welche links und rechts von der Symphyse auf dem Schambein aufsitzen. Weitere Merkmale des Beuteltierskeletts sind der Winkel des Unterkiefers, welcher fast stets hakenartig nach innen eingebogen ist (Fig. 571a), und der rudimentäre Zahnwechsel. Bei den Beuteltieren wird nur der letzte (3.) Prämolare gewechselt. Vor den funktionierenden Zähnen findet sich eine Reihe nie zur Ausbildung gelangender Zahnanlagen. Die herrschende Ansicht erklärt diese rudimentäre Reihe für Reste einer prälactealen

Reihe, die funktionierenden Zähne für die I. Dentition; eine zweite Auffassung hält dagegen die „prä lacteale“ Reihe für das rudimentär gewordene Milchgebiß, die funktionierenden Zähne für die II. Dentition. — Infolge mangelhafter Ausbildung des Dammes ist die Kloake bei weiblichen Tieren durch eine grubenförmige Vertiefung, in welcher Urogenitalsinus und Darm münden, noch angedeutet. Oviducte und Uterus der linken und rechten Seite sind vollkommen getrennt, die Scheiden dagegen können eine Strecke weit verschmolzen sein, um sich aber von neuem zu trennen (Fig. 567 B, C), so daß sie stets unabhängig voneinander in den Sinus urogenitalis münden (*Didelphier*). Mit der paarigen Beschaffenheit der Scheide hängt es zusammen, daß auch der Penis des Männchens am Ende häufig (bei multiparen Arten) zweigeteilt ist.



Fig. 571. Unterkiefer von *Thylacinus cynocephalus* von innen, a der für die Beuteltiere charakteristische Unterkieferfortsatz; cd Gelenkfläche (nach Flower).

Aus der Secundär- und Tertiärzeit sind Beuteltiere aus Europa, Nord- und Südamerika bekannt; wahrscheinlich waren sie damals über den ganzen Erdball verbreitet, wurden aber von den placentalen Säugetieren verdrängt und erhielten sich nur in Resten (Familie der zum Teil secundär wieder nach Nordamerika vorgedrungenen *Beutelmarder*, Gattung *Caenolestes*) in Südamerika und in reichlicher Entfaltung in Australien. In Australien konnten sie fortexistieren, weil in diesem frühzeitig von den übrigen Kontinenten abgelösten Erdteil die Ausbildung placentaler Säugetiere unterblieb. Letztere fehlen in Australien, mit Ausnahme der von dem Menschen eingeführten Formen und von solchen Arten, welche, wie *Mäuse*, *Fledermäuse*, *Robben*, leicht von Insel auf Insel überwandern. In ihrem jetzigen Verbreitungsgebiet haben die Beuteltiere in Anpassung an ähnliche Existenzbedingungen eine völlig analoge Entwicklung genommen wie die placentalen Säugetiere auf dem übrigen Erdball, so daß man zu den Ordnungen der letzteren (*Raubtieren*, *Nagetieren*, *Insektenfressern*, *Huftieren*) vollkommene Parallelgruppen aufstellen kann.

II. Ordnung. Zoophagen, Fleischbeutler, Polyprotodontien.

Zahlreiche Beuteltiere — darunter die ältesten Formen — haben ein auf tierische Nahrung eingerichtetes Gebiß: zahlreiche Schneidezähne (bis zu 5 in jeder Oberkieferhälfte), stark entwickelte Eckzähne und spitzhöckerige Backzähne (Fig. 571). Genauer betrachtet, erinnern die Zähne und so auch das ganze Äußere der Tiere bald mehr an Raubtiere, bald mehr an Insektenfresser.

1. Raubbeutler sind die *Dasyuriden*: *Dasyurus viverrinus* Shaw., der Beutelmarder, und die selbst größeren Säugetieren gefährlichen Beutelmarder, *Sarcophilus ursinus* Harris., und Beutelmarder, *Thylacinus cynocephalus* Harris. — 2. Insectivorenähnlich sind die *Perameliden*: *Perameles nasutus* Geoffr. — 3. Dem Gebiß nach den Raubbeutlern ähnlicher als den Insectivoren sind die auf Amerika (vorwiegend Südamerika) beschränkten *Didelphyiden* oder Beutelmarder, charakterisiert

durch den Greiffuß, welcher mit seinem opponierbaren Daumen an den Greiffuß der Affen erinnert, über Nord und Südamerika verbreitet. *Didelphys marsupialis* L. (*virginiana* Shaw), Opossum. — An unseren Maulwurf wird man erinnert durch den blinden *Notoryctes typhlops* Stirl.

III. Ordnung. Phytophagen. Pflanzenbeutler, Diprotodontien.

Die herbivore Ernährungsweise spricht sich bei den Pflanzenbeutlern vor allem in der Rückbildung der Eckzähne aus, welche im Unterkiefer gewöhnlich fehlen und im Oberkiefer mindestens sehr klein bleiben. Ferner trägt der Unterkiefer nur 2 Schneidezähne von ganz auffallender Größe. Auch im Oberkiefer übertrifft jederseits der mittlere Schneidezahn, an Größe die 1—2 anderen, welche noch vorhanden sein können. Daß die Diprotodontien aus Polyprotodontien entstanden sind, wird durch die Beobachtung wahrscheinlich, daß junge *Phalanger* und *Känguruhs* polyprotodont sind.

1. Die Stelle unserer Nagetiere nehmen die *Phascolomiden* ein: *Phascolomys Wombat* Pér. et Les., keine Eckzähne, jederseits im Ober- und Unterkiefer nur ein langer Schneidezahn (vergl. *Rodentien*). — Unseren Huftieren entsprechen die herdenweise auf Wiesen weidenden *Macropodiden*, Springbeutler, bei denen jederseits 3 Schneidezähne und ein kleiner Eckzahn im Oberkiefer stehen. Bei der Kleinheit der Vorderextremitäten sind die Tiere gezwungen, sich auf ihren kräftigen Schwanz und die starken zum Sprung dienenden Hinterbeine zu stützen. *Macropus giganteus* Shaw, Riesenkänguruh. — Am wenigsten ausgesprochen ist das herbivore Gebiß bei den *Phalangistiden*, welche nach Art der Eichhörnchen vorwiegend von Früchten leben. *Petaurus sciureus* Desm., Beuteleichenhorn, mit einer Flughaut, welche vordere und hintere Extremitäten verbindet. Die Diprotodontien wurden bisher fossil nur in Australien und Südamerika gefunden; die südamerikanischen Epanorthiden wie die recente Gattung *Caenolestes* leiten zu den *Polyprotodontien* über.

III. Unterklasse.

Placentalier, Monodelphier.

Der Grund, weshalb man die Säugetiere der Alten Welt und die überwiegende Mehrzahl der in Amerika lebenden Formen als „Placentalier“ zusammenfaßte, war zunächst ein entwicklungsgeschichtlicher, die Anwesenheit der Placenta. Wenn sich beim Embryo Serosa, Amnion und Allantois entwickelt haben, breiten sich die Gefäße der letzteren in der äußeren Hülle unter der Serosa aus und bilden mit dieser das Chorion, welches sich an die außerordentlich blutgefäßreich gewordene Uterusschleimhaut der Mutter fest anlegt und in sie verästelte Zotten treibt, um aus ihr Nahrung zu saugen, wie ein Baum mit seinen Wurzeln Nahrung aus der Erde saugt (Fig. 572). Diese Zotten — in manchen Fällen wie beim *Schwein* äußerst schwach ausgeprägt — können über den größten Teil der Oberfläche verbreitet sein; dann entsteht das Chorion frondosum, die diffuse Placenta, welche den *Cetomorphen*, *Perissodactylen* und manchen *Artiodactylen* zukommt. Andererseits können die Gefäßzotten sich auf bestimmte Stellen beschränken, hier aber besonders kräftig werden; dann entstehen die eigentlichen Placenten,

die Pl. cotyledonaria, Pl. discoidalis und Pl. zonaria. Diesen zottenreichen Stellen (Pl. foetalis) entsprechen Stellen der Uterinschleimhaut, die durch ihren enormen Blutgefäßreichtum von der Umgebung abstechen (Pl. uterina). Die Placenta cotyledonaria (die meisten *Wiederkäuer*) besteht aus vielen kleinen derartigen Placentarstellen, den Cotyledonen (Fig. 573), die Pl. zonaria und discoidalis jedesmal aus einem einzigen Herd, welcher im ersteren Falle (*Raubtiere, Sirenen*) wie ein breiter Gürtel die tonnenförmige Frucht umgibt, im zweiten Fall (Rest der Säugetiere) die Form von 1 oder 2 Scheiben hat (P. discoidalis simplex und duplex). Durch die Beschränkung der Nährvorrichtungen auf einen engbegrenzten Bezirk wird die korrespondierende Partie des Uterus, die ebenfalls ring- oder scheibenförmige Placenta uterina, viel intensiver umgeändert, als bei der Pl. diffusa oder selbst der Pl. cotyledonaria. Während bei letzteren beiden zum Schluß des Gebätraktes sich die Placentarzotten aus der Uterinschleimhaut herausziehen lassen, ohne daß diese dabei verletzt wird (*Indeciduaten*), wird bei der Ring- und Scheibenplacenta gewöhnlich der oberflächlichste Teil der Schleimhaut, die hinfallige Haut oder Decidua, mit abgelöst und die Placenta uterina in eine große blutende Wunde verwandelt, deren Verschluß durch die energische Kontraktion des Uterus angebahnt wird (*Deciduaten*).

Fig. 572.

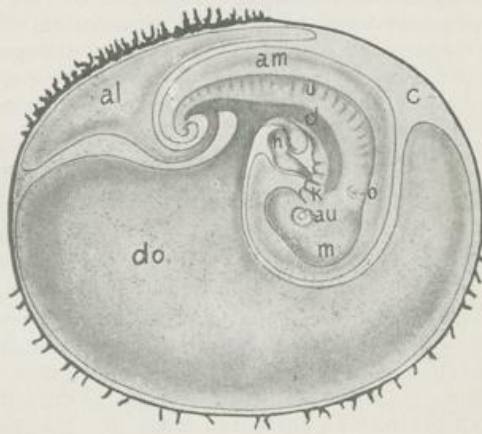
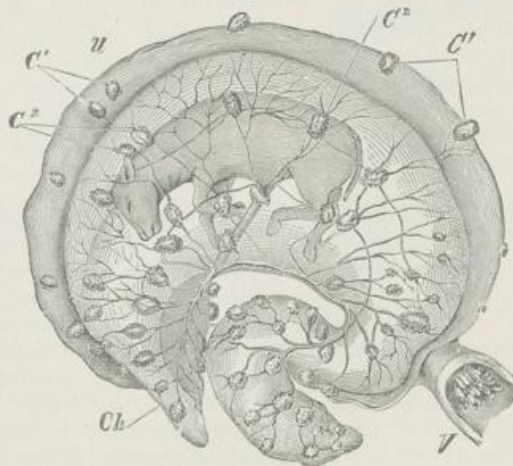


Fig. 573.

Fig. 572. Embryo eines Kaninchens mit Eihüllen (nach van Beneden und Julin). *al* Allantois, *am* Amnion, *do* Dottersack, *c* extraembryonales Cölon; schwarz: Chorion, mit Zotten, aus denen sich die Placenta entwickelt; *u* Urwirbel, *d* Darm, *h* Herz, *k* Kiemenspalten, *o* Gehör, *au* Auge, *m* Mittelhirn.

Fig. 573. Trächtige Gebärmutter einer Kuh geöffnet (aus Balfour nach Colin). *V* Vagina, *U* Uterus, *Ch* Chorion, *C'* Cotyledonen der Uterinplacenta, *C''* Cotyledonen der Fötalplacenta.



Da der Säugetierembryo bei der Geburt mit der Placenta foetalis und den übrigen Abschnitten der Eihäute durch die Nabelschnur (Funi-

culus umbilicalis) zusammenhängt, muß er von ihr gelöst werden, was bei den Tieren durch Abbeißen von seiten der Mutter geschieht. Ein dabei am jungen Tier verbleibender Rest der Nabelschnur wird durch Wundheilung, die zur Bildung des Nabels führt, abgestoßen. — Die besprochenen Unterschiede in der Bildung der Placenta hat man versucht, systematisch zu verwerten, indem man *Indeciduat*en und *Deciduat*en und unter letzteren wieder *Zono-* und *Discoplacentalier* einander gegenüberstellte; man ist davon mehr und mehr wieder zurückgekommen.

Da die Unterschiede in der Ernährung des Embryo durch die Anfänge der Placentabildung bei *Beuteltieren* (*Perameles*) und ihre rudimentäre Beschaffenheit bei manchen *Placentalien* (*Schwein*) verwischt werden, ist es nötig, bei der Charakteristik der höheren Säugetiere die anatomischen Merkmale in den Vordergrund zu stellen; diese sind: völliger Schwund der Kloakenbucht, unpaare Beschaffenheit der Scheide, Mangel der Beutelknochen und meist auch des Fortsatzes am Unterkieferwinkel. Das Gebiß ist Gegenstand einer fortschreitenden, divergenten Entwicklung geworden, so daß die Unterschiede in den Arten der Bezahnung viel ausgesprochener sind als bei den Beuteltieren und daher auch in erster Linie zur Abgrenzung der Ordnungen verwandt werden.

IV. Ordnung. Edentaten, Zahnflücker

Einige wenige, artenarme Familien werden unter dem Namen Edentaten, Zahnflücker, zusammengefaßt, weil die Bezahnung fehlt oder — was viel häufiger zutrifft — in offenkundiger Rückbildung begriffen ist. Nie treten dauernd funktionierende Schneidezähne, selten (*Bradypus*) Eckzähne auf; Backzähne können zwar in großer Zahl vorhanden sein — *Dasypus* (*Priodon*) *gigas* besitzt nahe an 100 Backzähne — aber sie sind schlecht bewurzelt, gleichförmig prismatisch, schmelzlos und entbehren meist des Zahnwechsels (monophyodont). Da das Kapschwein (*Orycteropus*) und ein Gürteltier (*Tatusia*) im Embryonalleben noch ein heterodontes Milchgebiß, in welchem sogar Schneidezähne mit Schmelz vertreten sind, besitzen, da ferner fossile Faultiere mit komplettem Gebiß (*Entelops*) bekannt sind, kann der Mangel des Zahnwechsels nur durch Rückbildung erklärt werden. Hirn und Geschlechtsapparat bekunden eine sehr niedere Organisation. Auffällig ist die große Zahl der Sacralwirbel, 5—8 bei Faultieren, 8—13 bei Gürteltieren, 3—5 bei Scharrtieren.

I. Unterordnung. *Manitherien* (*Nomarthra*), Edentaten der Alten Welt. *Effodientien*, Tiere mit kräftigen Scharkrallen, langem Schwanz und langer, wurmförmiger, klebriger Zunge, mit welcher sie Ameisen und Termiten aus ihren zerstörten Bauten fangen. *Manis laticaudata* Shaw, Schuppentier, Indien, *M. gigantea* Illig, Westafrika, vollkommen zahnlos, wenn auch eine Zahnleiste vorübergehend angelegt wird, mit dachziegelartigen Hornschuppen und spärlichen Haaren. *Orycteropus capensis* Geoff., Kapschwein oder Erdferkel, mit langer Schnauze, borstigem, spärlichem Haar, mit kleinen Backzähnen und rudimentärem Milchgebiß, Afrika.

II. Unterordnung. *Bradytherien* (*Xenarthra*), Edentaten der Neuen Welt mit accessorischen Gelenkfortsätzen an Brust- und Lendenwirbeln, stehen mit den *Manitherien* offenbar in keiner Verwandtschaft, eine uralte südamerikanische Gruppe, die sich bis in das Eocän, vielleicht sogar in die

Kreide zurückverfolgen läßt. a) *Cingulaten*, Gürteltiere, insektenfressend; Rücken mit zahlreichen, in Querreihen gestellten Horn- oder Knochenplatten gepanzert; zahlreiche Backzähne. *Dasyfus gigas* Cuv., *Tatusia hybrida* Desm. Nahe verwandt die riesigen, diluvialen *Glyptodonten*. b) *Myrmecophagiden*, Ameisenbären, gleichen den Schuppentieren durch ihre zahnlosen Kiefer, ihre lange, auf Ameisenkost eingerichtete Zunge und ihre mächtigen Scharrkrallen, stehen aber anatomisch wie tiergeographisch den *Bradytherien* näher. *Myrmecophaga jubata* L. c) *Bradypoden*, Faultiere, mit spärlichen Zähnen, rauhem, langhaarigem Fell, kleinem, rundem Kopf, rudimentärem Schwanz, in der Gestalt an Affen erinnernd. Die Tiere hängen sich mit ihren langen, sichelförmigen Krallen an Baumstäben fest, das Laub fressend; sie sind wie die diluvialen Riesenfaultiere (*Megatherium Cuvieri* Desm.) auf Südamerika beschränkt. *Bradypus tri-dactylus* Cuv., mit 9 Halswirbeln, *Choloepus didactylus* Ill., mit 6 Halswirbeln. *Grypotherium domesticum* Roth, ein, wie es scheint, noch nicht lange ausgestorbener behaarter Edentat von der Größe eines Rindes mit bohngroßen Hautverknöcherungen.

V. Ordnung. Insectivoren.

Unter den lebenden Säugetieren stehen den Urformen der Klasse die *Insectivoren* am nächsten (Fig. 574); sie lassen sich bis in das Eocän zurück verfolgen und schließen hier an Formen an, die vielfach als Urinsectivoren gedeutet werden, wenn auch ihr unvollkommener Erhaltungszustand ein sicheres Urteil über ihre systematische Stellung nicht erlaubt (*Stylacodontiden*). Die scharf zugespitzten, für die Insektennahrung vortrefflich geeigneten Zähne (Sectorialtypus) sind untereinander gleichförmiger, als es sonst bei Säugetieren zu sein pflegt; ihre Zahl in den einzelnen Familien ist sehr verschieden (bei manchen *Maulwürfen* $\frac{3}{1} \frac{1}{1} \frac{3}{3}$, bei *Spitzmäusen* $\frac{2}{0} \frac{1}{1} \frac{3}{3}$). Auch im Zahnwechsel herrscht noch große Variabilität, insofern bei manchen Formen (*Centetes*) das Milchgebiß sehr lang bestehen bleibt, oder gar Zähne des Milchgebisses nicht gewechselt und in das bleibende Gebiß übernommen werden, während bei anderen das Milchgebiß auffallend früh gewechselt wird (*Soriciden*). Weitere primitive Merkmale sind der Fortsatz am Unterkieferwinkel, das primitive Hirn, der zweihörnige oft fast in ganzer Länge geteilte Uterus, in vielen Fällen auch der geringe Grad des Descensus testiculorum. Am Schwanz findet man häufig noch Schuppen zwischen den Haaren; eine Clavicula ist vorhanden, die Zehen finden sich meist in Fünzfahl und sind mit Krallen bewaffnet. Die durchschnittlich kleinen, weich behaarten Tiere besitzen meist eine rüsselartig ausgezogene, zum Tasten dienende Schnauze.



Fig. 574. Schädel der *Spitzmaus* (aus Leunis-Ludwig).

Soriciden, Spitzmäuse: *Sorex vulgaris* L.; *Talpiden*, in der Erde wühlend, daher mit rudimentären, functionslos gewordenen Augen, *Talpa europaea* L., Maulwurf; *Erinacciden*, Igel, mit Stachelkleid, *E. europaeus* L. Den *Insektenfressern* steht ein merkwürdiges Tier nahe, der früher zu den *Halbaffen* gerechnete *Galeopithecus volans* L. (malayische Inseln), ausgezeichnet durch eine Flughaut, welche sich zwischen Hals, vorderer und hinterer Extremität und Schwanz ausspannt, aber nicht zum Fliegen dient, sondern nur als Fallschirm verwandt wird.

VI. Ordnung. Chiropteren, Fledermäuse.

Die mit den *Insectivoren* nahe verwandten Fledermäuse sind als die einzigen Säugetiere, welche wirklich fliegen und sich nicht nur mit einem ausgespannten Fallschirm durch die Luft fallen lassen, zur Genuge charakterisiert (Fig. 575). Die Flughaut (Patagium), eine dünne, nervenreiche Hautfalte, beginnt am Schwanz, faßt die hintere Extremität bis an die Fußwurzel und die vordere Extremität in ganzer Ausdehnung bis an die Fingerspitzen ein, wobei sie nur den Daumen frei läßt. Die Finger 2—5 sind enorm verlängert und dienen zum Spannen der Flughaut. Da das Fliegen einen

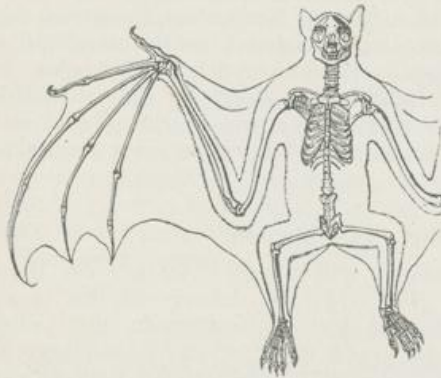


Fig. 575. Skelett und Flughaut des fliegenden Hundes (nach Huxley).

kräftigen Flugmuskel nötig macht, erhebt sich das Sternum ähnlich wie bei den Vögeln zu einer dem *Musculus pectoralis* neue Ursprungspunkte liefernden, allerdings nicht sehr großen *Crista sterni*. Mit dem Flugvermögen hängt auch die kräftige Ausbildung der Schlüsselbeine zusammen. Die Flughaut ist Sitz eines äußerst feinen Tastvermögens, weshalb geblendete Fledermäuse durch gespannte Netze fliegen können, ohne sie zu berühren. Beim Tasten werden auch die häufig enormen Ohrmuscheln und ein merkwürdiger, blattartiger Nasenaufsatz mitwirken, der bei Fledermäusen sehr verbreitet ist. Auffallend ist die Lage der Milchdrüsen an der Brust. In Gegenden mit gemäßigtem Klima verbringen die Fledermäuse die kalte Jahreszeit, verkrochen in Höhlen, im Winterschlaf; die Weibchen werden im Herbst begattet und bewahren das Sperma im Uterus. Bei Beginn der warmen Jahreszeit reifen die Eier und beginnt die Embryonalentwicklung. Das Gebiß ist variabel öfters $\frac{3}{1} \frac{3}{1} \frac{3}{3}$.

I. Unterordnung. *Microchiropteren* mit Insectivorengebiß; nur der Daumen der vorderen Extremität mit einer Kralle versehen. Hierher gehören alle unsere einheimischen Arten. *Gymnorhinen*, ohne Nasenaufsatz: *Vespertilio murinus* Schreb. — *Phyllorhinen* mit blattartigem Nasenaufsatz: *Rhinolophus ferrum — equinum* Schreb.; ferner des amerikanischen Vampyr, *Vampyrus spectrum* L., mit Unrecht als Blutsauger gefürchtet.

II. Unterordnung. *Macrochiropteren* (Frugivoren), fliegende Hunde, haben stumpfhöckerige Backzähne und an den zwei ersten Fingern Krallen (Fig. 575); *Pteropus edulis* Geoffr.

VII. Ordnung. Carnivoren, Raubtiere.

Die Raubtiere leben vorwiegend vom Fleisch und vom Blut anderer Wirbeltiere, die sie durch List, schnellen Lauf oder kräftigen Sprung erreichen und mit ihren muskelstarken, scharfkralligen Extremitäten und ihren schneidenden Zähnen überwältigen. Aus dieser Lebensweise er-

klärt sich die hohe Entwicklungsstufe ihres Hirns (Fig. 562) und ihrer Sinnesorgane, sowie der Bau ihrer Extremitäten und ihrer Zähne. Auffallend ist das bei Katzen besonders stark entwickelte Leuchten der Augen, hervorgerufen durch das Tapetum lucidum cellulosum, eine Zellanhäufung der Chorioidea, in der sich das Licht stark reflektierende Nadelchen befinden. Da der Raubtiercharakter innerhalb der Gruppe, von den Bären bis zu den Katzenarten aufsteigend, eine Fortbildung erfährt und bei den Wasserraubtieren sich wieder verwischt, können wir auch in der Bildung der genannten Merkmale keine Konstanz erwarten, sondern müssen von vornherein auf eine große Variationsbreite gefaßt sein. — Im Interesse der größeren Beweglichkeit der zum Lauf und Angriff dienenden Vorderextremitäten ist wie bei den Ungulaten das Schlüsselbein ganz verloren gegangen oder unvollkommen entwickelt (Ulna und Fibula sind dagegen gut ausgebildet). Ein allmählicher Übergang vollzieht sich vom Sohlengang der Bären und Marder, bei denen Hand und Fuß in ganzer Länge den Boden berühren, zum Zehengang der Katzenarten. Bei letzteren werden die allen Raubtieren zukommenden scharfen Krallen vor der Gefahr, beim Gang abgenutzt zu werden, geschützt, indem sie vermöge eines elastischen Bandes samt der tragenden Endphalanx in Taschen auf dem Rücken der vorletzten Zehenglieder zurückfedern, aus welchen sie beim Schlagen mit den Tatzen durch die starke Tätigkeit der Beugemuskeln hervorgezogen werden. Im Gebiß (Fig. 564) ist nahezu konstant die Dreizahl der Schneidezähne und die auffallende Größe der gut bewurzelten Eckzähne; die Backzähne dagegen, deren Höcker in dem vor dem Reißzahn gelegenen Abschnitt des Gebisses mehr und mehr scharf schneidende Kanten (secodonte Zähne) erhalten, variieren nach den einzelnen Familien. Der letzte Prämolare des Oberkiefers und der erste Molare des Unterkiefers werden zu Reißzähnen, D. lacerans od. D. sectorii (S. 583) und gewinnen zunehmend eine dominierende Stellung, während zu ihren Gunsten die übrigen Backzähne kleiner werden und am vorderen und hinteren Ende der Reihe verschwinden. (Formeln der Backzähne, Bär: $\frac{p^1 p^2 p^3 p^4(l), m^1 m^2}{p^1 p^2 p^3 p^4(l) m^1 m^2}$, Löwe: $\frac{p^2 p^3 p^4(l), m^1}{p^1 p^4, m^1(l)}$). Der Dens lacerans ist durch ein zugefügtes l, die relative Größe durch Abstufung der Schrift ausgedrückt). — Weitere Merkmale der Carnivoren sind beim Männchen der Penisknochen, im weiblichen Geschlecht die abdominale Lage der Milchdrüsen und der Uterus bicornis; dazu kommt die Placenta zonaria. Sehr verbreitet sind Analdrüsen, welche ein stinkiges Secret bereiten.

I. Unterordnung. *Fissipedier*, Landraubtiere. — Sie sind die typischen Vertreter der Raubtiere und als vorwiegend landbewohnende Tiere mit wohlentwickelten, meist bis zum Grund getrennten Zehen ausgerüstet; die Zahl der letzteren ist vielfach noch an beiden Extremitäten 5, erfährt häufig an den Hinterfüßen (*Feliden*, *Caniden*), selten auch an den Vorderfüßen (*Hyaeniden*) eine Reduction auf 4. 1. *Ursiden*, fünfzehige Sohlengänger: *Ursus arctos* L., brauner Bär; *U. maritimus* Desm., Eisbär; *Procyon lotor* Desm., Waschbär. 2. *Musteliden*: *Mustela martes* L., Edelmarder; *Putorius vulgaris* L., Wiesel; *P. ermineus* L., Hermelin; *Lutra vulgaris* Erxl., Fischotter mit Schwimmhäuten an den Zehen; *Meles taxus* Pall., Dachs; *Gulo borealis* Briss., Vielfraß; *Mephitis mesomelas* Licht., Stinktier. 3. *Caniden*, Zehen vorn 5, hinten 4 (beim Haushund oft 5, indem Rudimente der 1. Zehe oft sogar mit Krallen erhalten sind), Krallen nicht retractil: *Canis familiaris* L., Hund; *C. lupus* L., Wolf; *C. vulpes* L., Fuchs. 4. *Feliden*, Zehen vorn 5,

hinten 4, Krallen retractil; *Felis domestica* Briss., Katze; *F. catus*, Wildkatze; *F. leo* L., Löwe; *F. tigris* L., Tiger; *F. lynx* L., Luchs. 5. *Hyaeniden*, Zehen vorn und hinten 4; *Hyaena striata* L. 6. *Viverriden* (primitive Formen), *Vivorra zibetha* L., Zibethkatze, *Paradoxurus hermophrodita* Schreb., Musang, *Herpestes ichneumon* L., Ichneumon.

II. Unterordnung. *Pinnipedier*, Flossenraubtiere. Alle 4 Extremitäten zu breiten Flossen abgeplattet; die 5 Zehen und Finger lang und durch Schwimmhäute verbunden, Nägel häufig rudimentär; das Gebiß unterscheidet sich vom echten Carnivorengebiß durch die gleichartige Beschaffenheit der Prämolaren und Molaren (kein Reißzahn); indem das Milchgebiß sich frühzeitig, ohne in Function zu treten, rückbildet, wird Monophyodontie angebahnt. — 1. *Otariden*, Ohrenrobber: *Otaria Stelleri* Less., Seelöwe. — 2. *Trichechiden*, Walrosse, Schneidezähne verkümmert, Eckzähne des Oberkiefers zu langen Hauern umgewandelt. *Trichechus rosmarus* L. — 3. *Phociden*, Robben ohne Ohrmuscheln, hintere Extremitäten können nicht mehr zum Gehen benutzt werden: *Phoca vitulina* L., Seehund.

Im Eocän wurden die Carnivoren vorbereitet durch die Urraubtiere oder *Creodonten*, Sohlengänger mit wenig differenziertem Fleischfressergebiß (keine Reißzähne); sie hängen genetisch wahrscheinlich mit den *Urinsectivoren* zusammen und leiten sowohl zu den *Raubtieren* als auch zu den *Condylarthren*, den Stammformen der Huftiere über. Echte Raubtiere treten im oberen Eocän, häufiger im Miocän auf; dem Diluvium gehörten die großen Höhlentiere: *Felis spelaea* Goldf., Höhlentiger, und *Ursus spelaeus* L., Höhlenbär, an.

VIII. Ordnung. Rodentien, Glires, Nagetiere.

Bei den Nagetieren vereint sich große Übereinstimmung in der äußeren Erscheinung mit einer äußerst charakteristischen Beschaffenheit des Gebisses. Da Eckzähne nicht mehr angelegt werden, sind

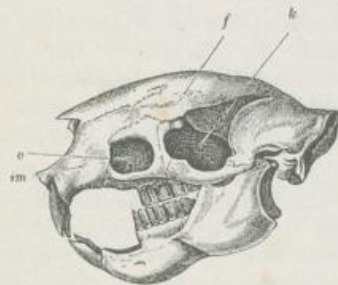


Fig. 576. Schädel eines Stachelschweines (aus Schmarda). *f* Stirnbein, *m* Zwischenkiefer, *o* Foramen infraorbitale, welches durch eine in ihm verlaufende Portion des Kaumuskels (Masseter) enorm ausgedehnt ist, *k* Schläfengrube, welche nach vorn kontinuierlich in die Orbita übergeht.

die Backzähne und Schneidezähne durch eine weite Lücke (Diastemma) getrennt (Fig. 576). Die sehr kräftigen, meißelartigen Schneidezähne entwickeln keine Wurzeln und wachsen daher im gleichen Maße fort, als sie beim Nagen abgenutzt werden; sie erhalten scharfschneidende Kanten, weil sie nur auf der vorderen Seite mit Schmelz bedeckt sind und hier der Abnutzung besser widerstehen. Gewöhnlich findet sich jederseits ein Schneidezahn im Zwischenkiefer und Unterkiefer; nur bei wenigen Arten (*Duplicidentaten*) ist noch ein weiterer kleinerer Schneidezahn jederseits im Zwischenkiefer vorhanden. Auch die bald höckerigen, bald schmelzfaltigen Backzähne sind häufig unbewurzelt und daher in

ihrem Wachstum nicht beschränkt. Ihre Zahl ist in verschiedenem Maße reduziert, so daß die gesamte Zahnformel zwischen 2 Extremen schwankt:

$\frac{20}{10} \frac{22}{10}$ und $\frac{10}{10} \frac{22}{10}$. Eine sehr auffällige Bildung ist der Infraorbitalkanal der *Muriden* und *Hystriciden*, eine große Öffnung vor der Orbita, in welcher ein Teil des Kaumuskels entspringt (Fig. 576o). — Eine merkwürdige Ähnlichkeit im Habitus bekunden die *Rodentien* mit den *Insectivoren*. Wie diese sind sie durchschnittlich kleine, weichbehaarte Tiere mit meist fünfzehigen, krallentragenden Füßen. Der Habitus der *Spitzmäuse* wiederholt sich bei den echten *Mäusen*, der *Maulwürfe* bei den blinden *Spalaciden*, der stachelige Charakter der *Igel* bei den *Stachelschweinchen*, die Flughaut von *Galeopithecus* bei dem Flughörnchen *Pteromys volans*. Unterscheidend ist der Rüssel der *Insectivoren*. Aber auch anatomische Ähnlichkeiten sind vorhanden, bedingt durch die primitive Stellung beider Gruppen: die niedere Entwicklung des Hirns, die häufige Beschuppung des Schwanzes, der Processus angularis des Unterkiefers, die gute Ausbildung der Clavicula, die der großen Fruchtbarkeit entsprechende große Zahl der Milchdrüsen, die Anwesenheit stark riechender Drüsenäcke, die in das Praeputium (Bibergeildrüse) oder am After münden (Fig. 566) usw.

Die etwa 900 Arten der Nager zerfallen in zwei nicht unbeträchtlich verschiedene Gruppen. Duplicidentat sind die *Leporiden*: *Lepus timidus* L., Hase; *L. cuniculus*, Kaninchen; *L. variabilis* L., der im Winter sich weiß verfärbende Alpenhase. — Alle übrigen werden als Simplicidentaten zusammengefaßt. a) *Sciurognathen*: Durch weichen Pelz und buschigen Schwanz zeichnen sich aus die *Sciuriden*: *Sciurus vulgaris* L., Eichhörnchen; *Pteromys volans* L., Flugeichhörnchen, durch weichen Pelz und beschuppten Ruderschwanz die *Castoriden*: *Castor fiber* L., der wegen des Bibergeils und seines Felles viel gejagte, in Deutschland bis auf das Gebiet der Elbe zwischen Magdeburg und Wittenberg ausgerottete Biber. — *Muriden*: *Mus musculus* L., Maus; *Mus rattus* L., Hausratte, bei uns nahezu vollkommen durch die Wanderratte *Mus decumanus* Pall. verdrängt. b) *Hystricognathen*: Hufe anstatt Krallen kommen den *Subungulaten* zu: *Cavia cobaya* Schreb., Meerschweinchen. Mit Stacheln bewaffnet sind die *Hystriciden*: *Hystrix cristata* L., Stachelschwein. — Im Gebiß, besonders im Bau der Schneidezähne, ähneln den Nagern die zum Teil ansehnlich großen *Tillodonten* (Eocän); sie bildeten vielleicht einen früh ausgestorbenen Seitenzweig der *Rodentien*.

IX. Ordnung. Ungulaten, Huftiere.

Unter dem Namen „Ungulaten“ oder „Huftiere“ sollen hier zwei Gruppen von Säugetieren vereint werden, welche viele Zoologen als selbständige Ordnungen nebeneinander aufführen, die *Perissodactylen* und die *Artiodactylen*. Sie stammen von gemeinsamen Urformen, den *Condylarthren*, ab und besitzen eine größere Summe gemeinsamer Merkmale. *Perissodactylen* und *Artiodactylen* sind vorwiegend Pflanzenfresser; ihre Eckzähne sind selten gut entwickelt, ihre Backzähne zahlreich, zum Zermahlen der Nahrung eingerichtet, mehr oder minder abgeflacht und vielfach schmelzfaltig. Die Milchdrüsen sind inguinal; der Uterus ist zweihörnig, die Placenta eine diffuse, die sich nur bei manchen *Artiodactylen* (den meisten *Wiederkäuern*) zur Cotyledonenplacenta höher entwickelt. Die Extremitäten dienen fast ausschließlich zum meist schnellen Lauf, weshalb das Schlüsselbein im Interesse einer freieren Beweglichkeit der vorderen Extremität fehlt und die Füße vorwiegend nur mit den in

Hufen steckenden Zehenspitzen den Boden berühren (Zehenspitzen-gänger, unguligrad). Indem die Metacarpen und Metatarsen ganz auffallend verlängert werden, rücken Hand- und Fußgelenk so weit vom Boden weg, daß sie leicht mit Ellbogen- und Kniegelenk verwechselt werden. Die Extremitäten sind ferner vorzüglich eingerichtete Trageapparate des Körpers und zeigen als solche im Vorderarm und Unterschenkel dieselbe Tendenz zu einheitlicher Gestaltung der Knochen, welche wir schon oben (S. 562) für die hintere Extremität der Vögel besprochen haben. Immer mehr werden sowohl bei *Artiodactylen* als bei *Perissodactylen* Radius und Tibia die Hauptstützen der Extremität, die Fibula dagegen rudimentär; die Ulna erhält sich zwar leidlich gut, bald in ganzer Ausdehnung, bald nur in ihrem oberen, dem Muskelansatz dienenden Ende (Olecranon), verschmilzt aber mehr oder minder mit dem Radius. Dieselbe Tendenz zur Vereinfachung beherrscht auch das Hand- und Fußskelett, äußert sich aber in ganz anderer Weise bei den *Perissodactylen*,

A. Perissodactylen.

B. Artiodactylen.

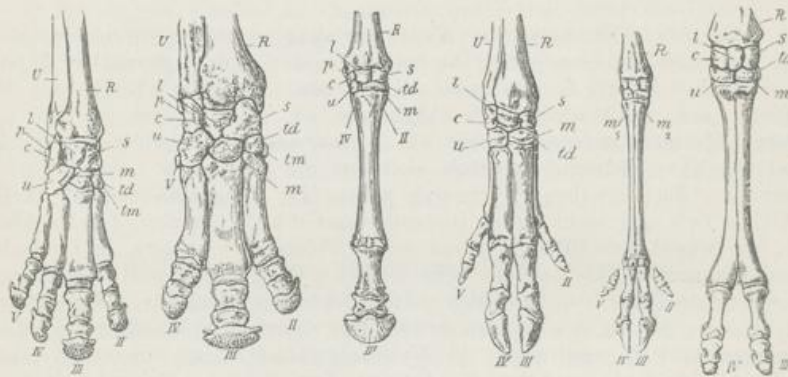


Fig. 577. Tapir. Fig. 578. Nashorn. Fig. 579. Pferd. Fig. 580. Schwein. Fig. 581. Hirsch. Fig. 582. Kameel.

Fußskelett der vorderen Extremität. U Ulna, R Radius, s Scaphoid (Radiale), l Lunatum (Intermedium), c Triquetrum (Ulnare), p Pisiforme; tm Trapezium, td Trapezoid, m Capitulum, u Hamatum, m², m³ Rudimente des Metacarpus II und I; II—V die zweiten-bis fünften Finger (nach Flower).

den Unpaarhufern, als bei den *Artiodactylen*, den Paarhufern. Bei den *Perissodactylen* fällt die Drucklinie des Körpers genau auf die Mittelzehe und veranlaßt diese zu kräftigem Wachstum, während die übrigen Zehen symmetrisch zu dieser Mittellinie verschwinden. Da schon frühzeitig die erste Zehe verloren gegangen ist (Fig. 577), wird zunächst Zehe V (Fig. 578), dann Zehe II und IV rückgebildet, so daß schließlich nur das Skelett und der Huf der Mittelzehe (Pferd Fig. 579) erhalten bleibt, vom Skelett der übrigen Zehen nur Reste (die Griffelbeine II und IV). — Bei den *Artiodactylen* fällt die Drucklinie zwischen die Zehen III und IV (Fig. 580), welche gemeinsam den Körper tragen, daher gleich stark werden und zum Zeichen ihrer einheitlichen Function verschmelzen, wenn auch nicht die Zehen selbst, so doch die zugehörigen Metacarpen und Metatarsen (Fig. 581 und 582). Die Figuren 580—582 zeigen, wie die Zehen II und V (Zehe I ist auch hier schon früher verloren gegangen) successive schwinden. Da die Last des Körpers mehr

auf der hinteren als auf der vorderen Extremität ruht, ist erstere in der Umgestaltung voraus. — Indem man nun unter Benutzung eines reichlichen paläontologischen Materials im einzelnen genauer verfolgte, in welcher Weise sich die *Artiodactylen* und *Perissodactylen* phylogenetisch entwickelt haben, ist man zu dem Resultat gelangt, daß beide Gruppen divergente Reihen bilden, welche sich schon an der Wurzel voneinander getrennt haben. In jeder Reihe sind die meisten der oben erläuterten gemeinsamen Merkmale selbständig entstanden, so daß man sagen kann, daß der so einheitlich erscheinende Habitus der Ungulaten von *Perissodactylen* und *Artiodactylen* zum größten Teil unabhängig erworben wurde und somit nur eine Folge konvergenter Züchtung ist.

I. Unterordnung. *Perissodactylen*, *Unpaarhufer*. Das Gebiß zeichnet sich dadurch aus, daß die Prämolaren und Molaren von gleicher Größe sind, beide lophodont (Höcker durch quere Joche verbunden), häufig stark schmelzfaltig. Das zweite wichtige Merkmal der Gruppe ist die dominierende Entwicklung der Mittelzehe unter Rückbildung der beim Tragen minder beteiligten übrigen Zehen, ein Prozeß, der bei den 3 hierher gehörigen Familien verschieden weit gediehen ist. 1. *Tapiriden*: 4 Zehen am Vorderfuß, 3 am Hinterfuß; Zähne $\frac{3}{1} \frac{1}{1} \frac{3}{3}$, Nase rüsselartig verlängert. *Tapirus americanus*, *T. indicus* Desm. — 2. *Rhinocerotiden*: 3 Zehen an Vorder- und Hinterfüßen, Zähne $\frac{2}{0} \frac{0}{0} \frac{3}{3}$; auf den Nasenbeinen sitzen 1—2 mächtige, nur aus Horn bestehende Aufsätze, Haut nahezu haarlos, gewaltig verdickt. Daher wurden die Tiere früher als *Pachydermen* mit Elephant und Nilpferd vereint. *Rhinoceros bicornis* L. (africanus) Nashorn, *R. unicornis* L. (indicus); *R. tichorhinus* Cuv., behaart, diluvial. — 3. *Equiden*: vorn und hinten nur 1 Zehe, Reste von Zehe 2 und 4 als Griffelbeine, Zähne $\frac{3}{1} \frac{1}{1} \frac{3}{3}$; *Equus caballus* L., Pferd; *E. asinus* L., Esel, letzterem verwandt *E. quagga* Gmel. *E. zebra* L.; Bastarde von Pferd und Esel sind *E. mulus*, Maultier (Stute und Eselhengst), und *E. hinnus*, Maulesel (Hengst und Eselin).

II. Unterordnung. *Artiodactylen*, *Paarhufer*. Abgesehen von der paarigen Beschaffenheit der Zehen stimmen die Artiodactylen darin überein, daß die 3—4 Prämolaren kleiner sind als die 3 Molaren und auch nicht mehr überall vollzählig ausgebildet werden. Die Unterordnung ist viel mannigfaltiger als die der Unpaarhufer, so daß man in ihr 2 Gruppen unterscheiden muß: die ursprünglicher gebauten schweineartigen Tiere (*Non-Ruminantien*) und die mehr spezialisierten Wiederkäuer (*Ruminantien*).

1. *Non-Ruminantien* (*Bunodontien*). Die Tiere sind omnivor und haben daher ein vollkommen entwickeltes bunodontes Gebiß $\frac{2-3}{1-2} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$, besonders sind die Eckzähne oft zu Hauern entwickelt; der Magen ist meist einfach, seltener ist er schon (*Dicotyles*, *Hippopotamus*) in 3 Abteilungen zerlegt, obwohl kein Wiederkäuen stattfindet. Das Extremitätenskelett ist noch wenig modifiziert, 4 Zehen vorhanden, Ulna und Fibula nicht rückgebildet, Metacarpen und Metatarsen nicht verwachsen. 1. *Hippopotamiden*, alle 4 Zehen berühren den Boden, „pachyderme Haut“, schwerfälliger Körperbau: *Hippopotamus amphibius* L., Nilpferd. 2. *Suiden*, 2 tragende Zehen, 2 Afterzehen, Haut mit Borsten, Schnauze rüsselartig verlängert; *Sus scrofa* L., Schwein, zum Teil noch in wildem, zum Teil in domestiziertem Zustand lebend (*S. domesticus*).

2. *Ruminantien*, Wiederkäuer (*Selenodontien*). Die Zehen 2 und 5 sind nur bei *Tylopoden* und *Giraffen* ganz rückgebildet, sonst in Rudi-

menten erhalten, Metacarpalia 3 und 4 zum „Kanonenknochen“ verschmolzen. Der ausschließlich pflanzlichen Nahrung ist Magen und Gebiß vorzüglich angepaßt. Der Magen (Fig. 583) zerfällt in 2 Abschnitte, von denen ein jeder wieder zweigeteilt ist. Der erste Abschnitt nimmt das mit den Schneidezähnen des Unterkiefers und der Zunge abgerissene Gras in Empfang; es ist der Rumen oder Pansen (1) mit dem ansitzenden Reticulum oder Netzmagen (2). Während der Ruhe des Tieres steigt die eingeweichte Kost in die Mundhöhle zurück, um „wiedergekaut“ zu werden. So zerkleinert, gelangt die Speise durch eine Rinne, die mittelst einer Falte zur Röhre abgeschlossen wird (c), in den zweiten Hauptabschnitt, zunächst in eine Art Filter, in den mit hohen Längsfalten ausgerüsteten Omasus, Blättermagen oder Psalterium (3), dann erst in den die Labdrüsen enthaltenden Labmagen, Abomasus (4). Im Gebiß sind meistens nicht nur die oberen Eckzähne, sondern auch die oberen Schneidezähne rückgebildet, während im Unterkiefer die Schneidezähne sehr kräftig sind und die Eckzähne die Form und Stellung von Schneidezähnen angenommen haben; die Backzähne sind selenodont, d. h. mit halbmondförmigen Höckern versehen. — Mit wenigen Ausnahmen haben die Wiederkäuer auffallend große, mit Aufsätzen bewehrte Stirnbeine. Die Aufsätze — ausschließlich oder doch am kräftigsten im männlichen Geschlecht entwickelt — sind im einfachsten Fall (*Giraffen*) mit Fell bedeckte, von

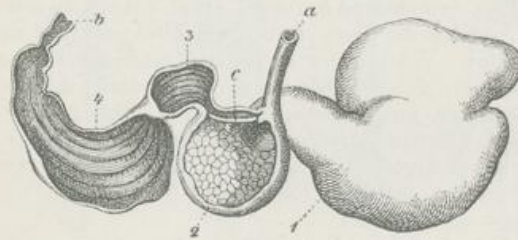


Fig. 583. Magen des Schafes (aus Leunis-Ludwig). a Speiseröhre, b Dünndarm, c Klappe, welche die Speise aus der Speiseröhre direkt in den zweiten Hauptabschnitt des Magens überleitet. 1 Pansen, Rumen, 2 Netzmagen, Reticulum, 3 Blättermagen, Omasus, Psalterium, 4 Labmagen, Abomasus.

den Stirnbeinen getrennt bleibende Knochenzapfen — oder es sind Knochenzapfen, welche getrennt angelegt werden, später aber mit den Stirnbeinen verschmelzen und durch feste Hornscheiden (Hörner der *Cavicornier*) umhüllt und verlängert werden — oder endlich es sind Knochenauswüchse der Stirnbeine, welche sich zu Geweihen differenzieren (*Cerviden*). Geweihe sind verästelte Knochenwucherungen, die sich gegen den tragenden Knochenzapfen (Rosenstock) mit einer Verbreiterung (Rose) absetzen; anfänglich von Haut überzogen, streifen sie die schützende Hülle, den trocken gewordenen „Bast“, ab, trocknen infolgedessen selbst aus und müssen daher alljährlich erneuert werden, wobei sich meist die Zahl der Endäste um eine Spitze vermehrt. A. Blättermagen vom Labmagen kaum gesondert, mit spärlichen Blättern, keine Stirnaufsätze. 1. *Tylopoden*, Kamele, Zähne $\frac{11111}{11111}$, *Camelus bactrianus* Erxl., zweihöckeriges Kamel; *C. Dromedarius* Erxl., Dromedar, einhöckerig; *Auchenia lama* Desm., Lama. — 2. *Traguliden*, sehr primitive Wiederkäuer mit hauerartigen Eckzähnen im Oberkiefer, Gebiß $\frac{01111}{11111}$. *Tragulus javanicus* Pall. — B. Blättermagen und Stirnaufsätze vorhanden, typische Wiederkäuer (Pecora). 3. *Camelopardaliden* mit hautbedeckten Stirnhöckern, $\frac{00111}{11111}$: *Camelopardalis giraffa* Schreb., Giraffe; mit 2 schwachen Stirnhöckern die neu entdeckte *Ocapia Johnstoni* Schl. — *Cavicornier* mit Hörnern, $\frac{00111}{11111}$: a) *Bovinen*: *Bos taurus* L. Rind (Urformen: *B. primigenius*, Auerochs,

B. longifrons, *B. frontosus*): *Bison europaeus* Ow., Wisent (fälschlich auch Auerochs genannt); *B. americanus* Gm., der im Aussterben begriffene „Büffel“ Nordamerikas; *Buffelus bubalus* L., asiatischer Büffel, auch in Italien gezüchtet, *B. caffer*, Kaffernbüffel; b) *Ovinen*: *Ovis aries* L., Schaf; *Capra hircus* L., Hausziege; *C. ibex* L., Steinbock; *Oribos moschatus* Zimm., Moschusochse; c) *Antilopinen*: *Antilope rupicapra* Sund., Gemse; *A. dorcas* L., Gazelle; *Antilocapra americana* Ow., Gabelgemse. — 5. *Cerviden* mit Geweihen im männlichen Geschlecht, welches meist auch den oberen Eckzahn bewahrt $\frac{III}{II}$: *Cervus elaphus* L., Edelhirsch; *C. capreolus* L., Reh; *C. alces* L., Elch; *Rangifer tarandus* H. Sm., Rentier, Geweih in beiden Geschlechtern. — 6. *Moschiden*, den Hirschen verwandt, ohne Geweih: *Moschus moschiferus* L., rehartig, Männchen mit großen Eckzähnen des Oberkiefers und mit Moschusbeutel zwischen Nabel und Präputium.

Paläontologie der Ungulaten.

Reiche paläontologische Funde aus dem Tertiär, besonders aus Amerika, haben die Stammesgeschichte der Huftiere aufgehellert und es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die plantigraden, fünfzehigen, mit gut ausgebildeter Ulna und Fibula und einem omnivoren Gebiß versehenen, dagegen keine Clavicula besitzenden *Condylarthren* des älteren Tertiärs (Eocän) die gemeinsamen Ausgangsformen für die *Artiodactylen* und *Perissodactylen* gewesen sind. Speziell von den Ausgangsformen der *Perissodactylen*, den *Phenacodonten*, lassen sich die *Nashörner* und *Tapirc* herleiten, vor allem aber in fast lückenloser Reihenfolge die *Equiden*. Vierzehige Vorderfüße besaßen die *Hyracotherien* des Eocän (*Eohippus* und *Orohippus*, Fig. 584); dreizehig, zum Teil aber mit Rudimenten der fünften Zehe waren die *Hyracotheriden* der Miocänsschichten

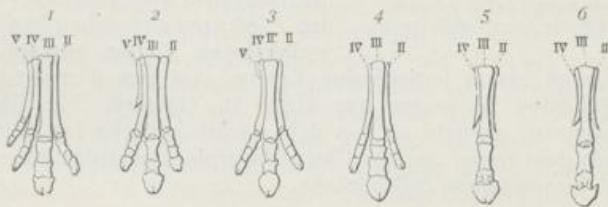


Fig. 584. Vorderfuß der Stammform des Pferdes. 1 *Orohippus* (Eocän), 2 *Mesohippus* (unteres Miocän), 3 *Miohippus* (Miocän), 4 *Protohippus* (oberes Pliocän), 5 *Pliohippus* (Pleistocän), 6 *Equus*. II—V zweiter bis fünfter Finger (nach Wiederheim).

Mesohippus und *Miohippus* (2, 3) und das im Gebiß dem Pferde sehr nahestehende *Meryhippus* des oberen Miocäns und das pliocäne *Protohippus* (4). Im Pleistocän begannen dann die einzeiligen Pferdearten, zunächst die noch mit großen Griffelbeinen ausgerüstete Gattung *Pliohippus*, dann die Repräsentanten der Gattung *Equus* selbst. Die früher als Vorläufer der Pferde gedeuteten Gattungen *Palaeotherium*, *Anchitherium* und *Hipparion* werden jetzt meist als Seitenzweige der Stammlinie angesehen. Auffallend ist, daß die Pferde in Amerika in historischer Zeit fehlten und erst durch die spanischen Eroberer wieder eingeführt wurden, obwohl der Hauptabschnitt ihrer Stammesgeschichte sich dort abgespielt hat. — Für die beiden Hauptgruppen der *Artiodactylen* wurde

eine vermittelnde Ausgangsgruppe in den *Anoplotherien* (*Dichobune*) gefunden. — Große Abtheilungen der *Ungulaten* sind ausgestorben, ohne sich in recente Tierformen fortzusetzen, so die *Toxodonten* und *Amblypoden*, große, an Elefanten erinnernde schwerfällige Tiere.

X. Ordnung. Proboscider.

Den Ungulaten lassen sich die ebenfalls mit herbivorem Gebiß und mit Hufen versehenen, der Clavicula entbehrenden *Elefanten* oder *Proboscider* anreihen. Die Tiere sind charakterisiert durch die „Pachydermie“, durch die schwerfälligen, massiven, fünfzehigen Extremitäten und vor allem durch die zu einem langen Rüssel verlängerte, mit einem fingerartigen Fortsatz endende Nase, endlich durch die Bezahnung. Eckzähne fehlen vollkommen, dagegen sind die durch kleine bewurzelte Milchzähne vorbereiteten Schneidezähne zu gewaltigen, unbewurzelten und daher das ganze Leben hindurch fortwachsenden Stoßzähnen geworden. Bei den lebenden *Elefanten*-Arten findet sich ein Paar Stoßzähne im Zwischenkiefer; bei manchen Arten der ausgestorbenen Gattung *Mastodon* war

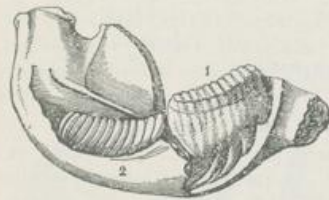


Fig. 585. Linker Unterkiefer von *Elephas indicus* mit aufgemeißelten Zahnalveolen, von innen gesehen. 1 funktionierender Zahn, 2 nachrückender nächster Zahn (nach Owen).

außerdem noch ein Paar kleiner Stoßzähne im Unterkiefer vorhanden. Bei den ebenfalls fossilen *Dinotherien* waren nur die Stoßzähne des Unterkiefers entwickelt. 4 Schneidezähne im Unterkiefer, 6 — davon einer jederseits stoßzahnähnlich vergrößert — im Zwischenkiefer fanden sich bei den ältesten *Proboscidiern*, den eocänen *Moeritherien*. Die Backzähne — bei *Mastodonten* und *Dinotherien* noch Höckerzähne mit normalem Zahnwechsel — sind bei den *Elefanten* aus vielen, durch Cement verbundenen Platten zusammengesetzt

und unterliegen einem horizontalen Ersatz; von den 3 großen Molaren und 3 Prämolaren ist immer nur einer in Tätigkeit (Fig. 585 1); hat er sich abgenutzt, so wird er von dem nächst hinteren (2) ersetzt. Den *Elefanten* kommt ferner zu: ein Uterus bicornis, eine Gürtelplacenta ohne Decidua, 2 brustständige Milchdrüsen.

1. *Elephantiden*: *Elephas indicus* L., kleine Ohren; *E. africanus* Blum.; *E. primigenius* Blum., Mammut, behaart, diluvial, im Eis von Sibirien gefunden; *Mastodon giganteum* Cuv., diluvial. 2. *Dinotheriden*: *Dinotherium giganteum* Kaup., Miocän. — Im Anschluß an die Proboscider seien hier noch die sehr eigentümlich gebauten *Subungulaten* oder *Hyracoiden* (*Hyrax syriacus* Schreb., Klippschiefer) genannt, deren vier- resp. dreizehigen Extremitäten huftierähnlich sind, deren Gebiß durch die wurzellosen und unbegrenzt weiterwachsenden Schneidezähne im Oberkiefer und den Mangel der Eckzähne mit dem Gebiß der Nager eine oberflächliche Ähnlichkeit hat.

XI. Ordnung. Cetomorphen, Walfische, Wassersäugetiere.

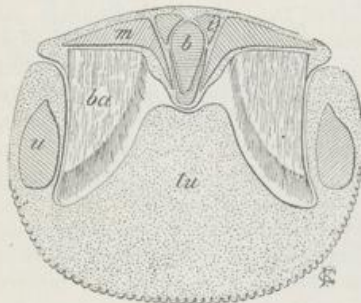
Zwei im Bau erheblich unterschiedene, daher in keiner näheren Verwandtschaft stehende Gruppen der Säugetiere, die *Seekühe* und die *Walfische*, haben sich dem Aufenthalt im Wasser so vollkommen an-

gepaßt, daß sie auf dem Land nur vorübergehend oder überhaupt nicht mehr zu leben vermögen. Dabei sind die Tiere so fischähnlich geworden, daß die *Walfische* von Laien vielfach noch jetzt, wie früher von den Fachzoologen, für echte Fische gehalten werden. Kopf und Rumpf sind gegeneinander kaum abgesetzt, da sich die Halsregion infolge von Verkürzung und oft auch Verschmelzung der Halswirbel äußerlich nicht mehr bemerkbar macht. Die hinteren Extremitäten und das Becken, mit Ausnahme kleiner Darmbeinrudimente, fehlen, weshalb auch Sacral- und Lumbalwirbel nicht mehr unterschieden sind. Die vorderen Extremitäten sind flossenförmig und dienen vorwiegend zum Steuern; zum Schwimmen dient die Schwanzflosse, welche horizontal gestellt und nur von fibrösem Gewebe gestützt ist und daher anatomisch mit der Schwanzflosse der Fische nicht verglichen werden darf. In der Haut sind die Drüsen und Haare bis auf geringe Reste oder vollkommen rückgebildet, dafür sind enorme subcutane Specklager vorhanden. Die Ohrmuscheln sind rückgebildet, die Hörknöchelchen massiv. Da die *Sirenen* offenbar an das Wasser angepaßte *Ungulaten* sind, die *Cetaceen* sich dagegen wahrscheinlich von *Crocodonten* aus entwickelt haben, ist die hervorgehobene Ähnlichkeit eine Folge convergenter Züchtung.

I. Unterordnung. *Sirenen, Seekühe*. Die Sirenen bewohnen das flache Wasser des Meeres — seltener am Flußufer — und grasen hier die Tangwälder mit ihren gewaltigen, von Hornplatten bedeckten Kiefern ab. Borstige Haare finden sich noch im Umkreis des Mundes. Die Bezeichnung (bei dem fossilen *Prorostomus* noch $\frac{3}{1}\frac{1}{1}\frac{1}{1}$) kann ganz fehlen oder ist mangelhaft. Am häufigsten erhalten sich die schmelzfaltigen, an das Gebiß der *Ungulaten* erinnernden, bei *Manatus* in sehr großer Zahl auftretenden Backzähne; Schneidezähne und Eckzähne treten bei *Manatus* nur im Milchgebiß auf, sie schwinden frühzeitig, während beim männlichen *Dugong* sich ein Paar kräftiger, beim Weibchen rudimentärer Hauer im Zwischenkiefer entwickelt. Das Skelett ist schwer und massiv. Die Flossen haben öfters noch Nagelrudimente und stets ein bewegliches Ellenbogengelenk. Die Zweizahl der Milchdrüsen und ihre Lage an der Brust erklärt es, wie man die ungeschlachten Tiere für Mischwesen zwischen Mensch und Fisch hat halten können. *Manatus americanus* Desm. mit nur 6 Halswirbeln, *Halicore Dugong* Erxl., Männchen hat zwei große Stoßzähne im Zwischenkiefer. *Rhytina Stelleri* Retz., gänzlich zahnlos, in historischer Zeit ausgerottet.

II. Unterordnung. *Cetaceen, Walfische*. Die Fischähnlichkeit der meist riesigen Tiere wird dadurch gesteigert, daß dieselben das freie Meer bewohnen — *Inia boliviensis* d'Orb und *Platanista gangetica* Cuv. die Flüsse —, daß ihre von vielen nahezu gleichförmigen Knochenstücken gestützten Flossen nur noch im Schultergelenk bewegt werden können, und daß zur Schwanzflosse meist noch eine Rückenflosse tritt. Haare fehlen im ausgebildeten Zustand den *Denticeten* ganz, bei den *Mysticeten* finden sich am Kopf spärliche, leicht abbrechende Borsten. Embryonal ist die Behaarung etwas reicher, aber auch dann bei den *Denticeten* auf wenige Spürhaare beschränkt, welche bei *Narwal* und *Weißwal* fehlen. Für den Mangel der Haare bieten die dicken, subcutanen Fettschichten (Tran) einen Ersatz; sie erleichtern zugleich das spezifische Gewicht des Körpers ebenso wie die Fettmassen, welche die schwammigen leichten Knochen durchsetzen. Um den Tieren, während sie Nahrung aufnehmen, das Luftatmen zu ermöglichen, erhebt sich der Kehlkopf

turmartig in den Rachen und legt sich, umschlossen vom muskulösen Gaumensegel, an die Choanen an, von denen die Nasengänge fast senkrecht zur paarigen (*Mysticete*) oder unpaaren (*Denticete*) durch Klappen verschließbaren äußeren Nasenöffnung aufsteigen. — Indem die wasserreiche, mit Gewalt herausgepreßte Atemluft beim Ausatmen („Blasen“) sich abkühlt, entsteht eine Fontäne feinsten Wasserteilchen, die früher für einen Wasserstrahl gehalten wurde. — Da die Riechschleimhaut, meist auch die Riechmuscheln rückgebildet, die Lobi olfactorii rudimentär sind, ist die Nase ausschließliches Atemorgan. — Die Augen sind klein, ihre Linsen wie bei den Fischen kugelig, Ohrmuscheln fehlen, die Milchdrüsen liegen dicht an der Geschlechtsöffnung. Die Zähne sind entweder in sehr großer Zahl vorhanden, gleichartig, kegelförmig und, da die zweite Dentition vollkommen rudimentär bleibt, monophyodont (*Denticete*), oder sie werden zwar angelegt, frühzeitig aber wieder resorbiert und durch die das Fischbein liefernden Barteln ersetzt (*Mysticete*). Die Barteln sind mächtige, bei großen Tieren bis zu 4 m lange Hornplatten (Fig. 586 *ba*), die, mehrere Hundert an Zahl, hintereinander in einer linken und rechten Reihe vom Gaumen entspringen und bis zur dicken Zunge (*tu*) herunterreichen. Sie entsprechen den queren Gaumenfalten, wie sie auch sonst



bei Säugetieren vorkommen. Am Innenrand ausgefranst, bilden sie eine Reuse zum Zurückhalten kleiner Meerestiere (*Clio borealis*, Pteropoden und *Cetochilus septentrionalis*, Copepoden). Der Schlund ist zu eng, als daß eine Ernährung durch größere Tiere möglich wäre.

Fig. 586. Querschnitt durch den Vorderkopf eines Bartenwals (Schema nach Delage). *b* knorpeliges Septum narium mit Vomer, *i* hinteres Ende des Zwischenkiefers, *m* Oberkiefer, *u* Unterkiefer, *ba* Barteln, *tu* Zunge.

1. *Zeuglodonten*, tertiäre, ausgestorbene Tiere mit heterodonter Bezeichnung. 2. *Denticeten*, Zahnwale: *Delphinus delphis* L., Delphin, *Monodon monoceros* L., Narwal mit einem ca. 2 m langen Stoßzahn (Veranlassung zur Sage vom Einhorn), *Physeter macrocephalus* Lac., Pottwal, 20 m lang, liefert das Walrat, eine ölartige Masse, die besonders in einem Hohlraum oberhalb des Schädels lagert, ferner das Ambra, welches sich im Darm bildet. 3. *Mysticeten*, Bartenwale, wegen des Fischbeins und des Trans gejagt: *Balaena mysticetus*, 15 m lang, *Balaenoptera musculus*, 20 m, *B. Sibaldi*, sogar über 25 m lang.

XII. Ordnung. Prosimien, Halbaffen.

Mit den echten Affen wurde von Linné eine kleine Gruppe auf Indien und die benachbarten Inselgruppen, Südafrika und vor allem Madagaskar beschränkter Tiere vereinigt, weil sie ihnen in der Körperform und der Gewandtheit des Kletterns gleichen, weil sie Greifhände und Greiffüße haben und im allgemeinen Plattnägeln an Zehen und Fingern tragen. Auch stehen die Augen wie beim Menschen nach vorn gewandt. Heutzutage werden die Tiere, wenn man auch nach wie vor an der Verwandtschaft mit Affen festhält, als Prosimien oder Lemuroideen in

einer besonderen Ordnung vereint, und zwar mit Rücksicht auf ihre niedere Organisation, die sich in der geringen Entwicklung des Großhirns, dem Uterus bicornis und der Placenta diffusa (nur bei *Tarsius discoidalis*) ausspricht. Weitere Unterschiede sind die abweichende und variable Beschaffenheit des Gebisses (*Chiromys* $\frac{1}{1} \frac{0}{0} \frac{1}{1} \frac{3}{3}$ *Lemur* $\frac{2}{2} \frac{1}{1} \frac{3}{3} \frac{3}{3}$) und das Vorkommen von Krallen, welche stets an der zweiten, häufig auch an der dritten Hinterzehe, bei *Chiromys* sogar an allen Fingern und Zehen, mit Ausnahme des Hallux, die Nägel ersetzen. Ein sehr auffälliges Gepräge erhalten die nachts auf Raub (Insekten, kleine Wirbeltiere) ausgehenden Tiere durch die besonders großen Augen (Fig. 587): Orbital- und Temporalhöhlen sind zwar durch einen Postorbitalring getrennt, hängen aber unterhalb desselben zusammen. Gewöhnlich findet sich ein Paar brustständiger Milchdrüsen, zu denen bei *Loris* und *Galago* ein Paar abdominaler oder inguinaler hinzutreten können. Letztere sind bei *Chiromys* allein vorhanden.

Fig. 587. *Stenops gracilis* (aus Brehm).

1. *Chiromyiden*, die langen Zehen beider Extremitätenpaare tragen, mit Ausnahme der Großzehe, sämtlich Krallen: *Chiromys madagascariensis* Desm., Fingertier. 2. *Tarsiden*, nur die zweite und dritte Hinterzehe mit Krallen: *Tarsius spectrum* Pall., macht von allen *Prosimien* eine Ausnahme, indem er eine sich ganz wie die menschliche Placenta entwickelnde Scheibenplacenta besitzt, sowie eine gut entwickelte Orbita; er ist in dieser Hinsicht affenähnlich. 3. *Lemuriden*, nur die zweite Hinterzehe trägt eine Kralle: *Lemur macaco* L., Maki; *Stenops gracilis*, Geoff. Lori (Fig. 587).

Die alttertiären *Pachylemuriden* stehen den ursprünglichen Säugetieren, daher auch den *Creodonten* und *Insectivoren* sehr nahe durch die große Zahl der Zähne, besonders der Schneidezähne: *Pelycodus* $\frac{3}{3} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$, *Adapis* $\frac{3}{3} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$. Andererseits steht den echten Affen sehr nahe die Gattung *Nesopithecus*.

XIII. Ordnung. Primaten, Herrentiere.

Die höchst organisierten Säugetiere, die Affen und die Menschen, werden unter dem Namen Primaten oder Herrentiere in einer gemeinsamen Ordnung zusammengefaßt, weil zwischen beiden eine große Übereinstimmung in den systematisch wichtigen Merkmalen besteht. Wenn wir, wie sonst in der systematischen Zoologie, die verschiedenen Grade der Intelligenz unberücksichtigt lassen und allein die größere oder geringere anatomische Verwandtschaft als maßgebend betrachten, kommen wir sogar zu dem Resultat, daß die anthropoiden Affen dem Menschen näher stehen als den sehr primitiven Krallenaffen.

Den Primaten ist gemeinsam, daß die Zehen und Finger — mit Ausnahme der Krallenaffen — Plattnägeln tragen, daß die Augenhöhlen

von der Schläfengrube durch eine knöcherne Scheidewand getrennt werden, daß das reich gewundene Großhirn die übrigen Hirnteile bedeckt (Fig. 563), daß nur ein Paar brustständiger Milchdrüsen vorkommt, daß der Uterus einfach ist, die Placenta discoidal (beim *Menschen* und den *Anthropoiden* eine völlig gleich gebaute einfache Scheibe, bei den übrigen *Catarrhinen* eine größere dorsale und eine kleinere ventrale, bei *Platyrrhinen* bald eine Pl. duplex, bald eine Pl. simplex) und daß die Schleimhaut des Uterus als Decidua abgestoßen wird. Vor allem hat das Gebiß im wesentlichen denselben Bau. Bei den *Platyrrhinen* hat es die Formel $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{2}{2}$; daraus läßt sich durch Rückbildung eines Molaren das Gebiß der *Krallenaffen* $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{2}{2}$, durch Rückbildung eines Prämolaren das Gebiß der *Catarrhinen* und des *Menschen* $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{2}{2}$ ableiten. Doch besteht eine Tendenz zur Variabilität, welche darin zum Ausdruck kommt, daß beim *Menschen* und *Chimpanse* der dritte Molar (Weisheitszahn) in Rückbildung ist, während beim *Orang* oft ein vierter hinzutritt. Überall tragen die Backzähne auf der Mahlfäche stumpfe Höcker (Bunodontie). — Bei der Charakteristik der Primaten hat schließlich die Beschaffenheit des Hand- und Fußskeletts eine wichtige Rolle gespielt. Wie bei den *Halbaffen* und den *Beuteltieren*, können Daumen und große Zehe den übrigen Fingern und Zehen opponiert werden, wodurch es den Affen ermöglicht wird, Gegenstände zu umgreifen. Beim Menschen ist die Opponierbarkeit der großen Zehe dagegen infolge des aufrechten Ganges selbst bei Kindern und wilden Völkern nur sehr mangelhaft erhalten.

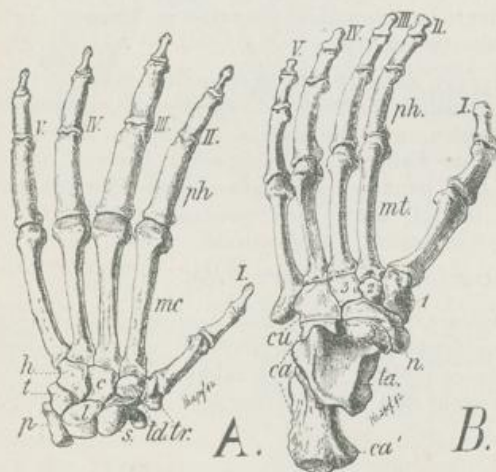


Fig. 588. Hand- (A) und Greiffuß (B) des *Gorilla*. I—V die 5 Finger und Zehen; ph die Phalangen, mc Metacarpen, mt Metatarsen. Carpus: tr Trapezium, td Trapezoid, c Capitatum, h Hamatum, s Scaphoid, t Lunatum, t Triquetrum, p Pisiforme. Tarsus: ta Talus, ca Calcaneus, ca' Calx desselben, n Naviculare, cu Cuboid, t—3 die drei Cuneiformia.

zwischen Hand und Fuß des Menschen nachweisen können, zwischen Hand (A) und Greiffuß (B) der Affen vorhanden. Der Unterscheidung von *Quadrumanen* und *Bimanen* fehlt somit die anatomische Basis; sie stützt sich nur auf functionelle Eigentümlichkeiten.

Daher rührt die selbst jetzt noch vielfach beibehaltene Bezeichnung *Quadrumanen* für die Affen, *Bimanen* für die Menschen. Demgegenüber muß betont werden, daß die hintere Extremität der Affen nicht mit einer Hand, sondern mit einem Greiffuß endet. Im Greiffuß (Fig. 588 B)

finden wir dieselben Knochen wie im Fuß des Menschen, sogar in derselben Anordnung und in sehr ähnlicher Gestalt; auch herrscht im allgemeinen Übereinstimmung in der Anordnung der Muskulatur. Dagegen sind dieselben Unterschiede, welche wir

I. Unterordnung. *Platyrrhinen*, Affen der neuen Welt, beide Nasenlöcher durch eine breite Scheidewand getrennt, so daß sie nach außen schauen, Gebiß $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}$, das Tympanum verlängert sich nicht in einen äußeren knöchernen Gehörgang, *Cebiden*, Rollaffen, mit langem, meist einrollbarem Greifschwanz: *Myrcetes niger* Geoff., Brüllaffe. *Cebus Capucinus* L. — Eine sehr abweichende Gruppe bilden die *Hapaliden* oder Krallenaffen mit der Zahnformel $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}$, mit Krallen an allen Fingern und Zehen, nur die relativ kleine Großzehe mit Plattnagel; Daumen nicht opponierbar, *Hapale penicillata* Kuhl., Seidenäffchen.

II. Unterordnung. *Catarrhinen*, Affen der alten Welt; schmales Septum internasale, so daß die Nasenöffnungen nach vorn und unten gewandt sind, häufig Gesäßschwien und Backentaschen, Zähne $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}$; da die großen Eckzähne in die gegenüberstehende Zahnreihe eingreifen, entstehen mehr oder minder ansehnliche Lücken (Diastemma) in den Zahnreihen; das Tympanum ist wie beim Menschen zu einem knöchernen äußeren Gehörgang verlängert. 1. *Cynomorphen*, Tiere mit nackten Stellen am Gesäß (Gesäßschwien), meist mit langem Schwanz und behaartem Gesicht, gewöhnlich nur mit 2 Sacralwirbeln. *Cynocephalus hamadryas* L., Pavian, *Cercopithecus sabaeus* Cuv., Meerkatze, *Inuus ecaudatus* Geoffr., der einzige in Europa (Gibraltar) vorkommende Affe, mit kurzem Stummelschwanz. — 2. *Anthropoiden*, menschenähnliche Affen, meist ohne Gesäßschwien, mit unbehaartem Gesicht, unbehaarten Fingern und Zehen, ohne Schwanz, 5 (bei Gibbon nur 3) Wirbel zum Os sacrum verschmolzen. *Simia satyrus* L., Orang Utang, *Troglodytes niger* Geoffr., Schimpanse, *Gorilla engena* Geoffr., Gorilla. *Hylobates syndactylus* Desm., Gibbon.

III. Unterordnung. *Anthropinen*, Menschen. Rückbildung der Behaarung an den meisten Körperstellen, aufrechter Gang und infolgedessen geringere Beweglichkeit und Kürze der Großzehe (kein Greiffuß), Entwicklung einer articulierten Sprache, hohe Intelligenz, starke Ausbildung des Großhirns und demgemäß Vergrößerung des Hirnschädels auf Kosten des Gesichtsschädels sind die hervorstechendsten Merkmale des Menschengeschlechts. Das Gebiß ist dasselbe wie bei den Catarrhinen, nur daß die Eckzähne kleiner und daher die Zahnreihen nicht unterbrochen sind (kein Diastemma). Ein seit langem sich hinziehender Streit ist es, ob die Menschen als eine Art (*Homo sapiens* L.) mit vielen Rassen aufgefaßt oder in mehrere Arten abgeteilt werden müssen. Die bei Kreuzungen der Menschenrassen vorhandene Fruchtbarkeit spricht für die erste, die tatsächlich vorhandenen Unterschiede und die Konstanz derselben für die zweite Auffassung. Die Erörterung dieser Frage, welche durch die Descendenztheorie wesentlich an Bedeutung verloren hat, und die Aufstellung bestimmter Menschenrassen, resp. Arten bildet den Gegenstand einer besonderen Wissenschaft, der Anthropologie.

Da die Lebensweise auf Bäumen ungünstige Bedingungen für die Erhaltung in Versteinerungen bietet, ist die paläontologische Ausbeute an *Primaten* bisher eine wenig ergiebige gewesen. Am meisten Aufsehen hat ein Fund im oberen Pliocän von Java gemacht. Es handelt sich um ein Schädeldach, einen Femur und 2 Backzähne, die in einiger Entfernung voneinander in einer Weise gefunden wurden, welche ihre Zusammengehörigkeit in hohem Maß wahrscheinlich macht. Die Stücke wurden auf ein Bindeglied zwischen Menschen und Affen bezogen: *Pithecanthropus erectus* Dubois, von anderer Seite als Reste echter Affen, von dritter Seite als Reste echter Menschen gedeutet. Am meisten hat die Ansicht für sich, daß die Skelettstücke einem anthropoiden Affen

angehörten, der eine ganz außergewöhnliche Körpergröße und ganz enorme Schädelkapazität (ca. 850 ccm) und dementsprechend ein relativ sehr großes Hirn besessen hatte. Die Beschaffenheit des Femur spricht für aufrechten Gang. In bezug auf Menschenähnlichkeit würde demnach keiner der jetzt lebenden Anthropoiden dem *Pithecanthropus* gleichkommen. Nicht minder interessant als der *Pithecanthropus* sind gewisse in Höhlen gefundene, wahrscheinlich diluviale Menschenreste (der mit Unrecht lange Zeit für pathologisch erklärte „*Neanderthaler*“, die Schädel von La Naulette, von Spy in Belgien, der sog. Schipkakieler, vor allem die reichen Funde von Krapina in Kroatien etc.). Sie gehörten Menschen an, welche vermöge der geringen Kapazität ihres Schädels, des pithecoïden Charakters ihrer Bezahnung und Kieferbildung den Affen näher standen als die niedersten jetzt lebenden Menschenrassen, so daß die Unterscheidung einer altertümlichen, den Affen sich nähernden Menschenart, des *H. primigenius* Schwalbe, immer mehr Anhänger findet.

Zusammenfassung der Resultate über Wirbeltiere.

1. Die **Wirbeltiere** sind gegliederte Tiere ohne Ringelung des Körpers, aber mit metamerer Anordnung der inneren Organe (Myotome, Neurotome, Sclerotome).

2. Ein cuticulares Hautskelett fehlt, dagegen können Verhornungen des Epithels oder Verknöcherungen der Lederhaut (Schuppen der Fische etc.) vorhanden sein.

3. Stets ist ein **Achsenskelett** vorhanden, bestehend entweder nur aus Chorda dorsalis oder aus Schädel und Wirbelsäule, welche die Chorda mehr oder minder vollständig verdrängen.

4. Es finden sich zweierlei, von axialen Skelettbildungen gestützte Extremitäten, die nur bei Fischen und Amphibien vorkommenden unpaaren und die nahezu allgemein verbreiteten paarigen (vordere und hintere) Extremitäten.

5. Das Nervensystem (Hirn- und Rückenmark) hat Röhrenform und eine rein dorsale Lage.

6. Von den Sinnesorganen sind Auge und Ohr besonders hoch entwickelt.

7. Die Atmungsorgane entstehen im Anschluß an den Vorderdarm, die Kiemen in den vom Pharynx nach außen führenden Kiemenpalten, die Lungen als Ausstülpungen am hinteren Pharynxende.

8. Das Herz, bestehend aus Kammer und Vorkammer, liegt ventral eingeschlossen in den Herzbeutel, enthält bei allen Kiemenatmenden Wirbeltieren venöses Blut, teilt sich aber beim Auftreten der Lungenatmung in eine linke arterielle und rechte venöse Hälfte. Das Blutgefäßsystem ist geschlossen.

9. Die Geschlechtsorgane sind mit wenigen Ausnahmen gonochoristisch; ihre Produkte benutzen meist einen Teil des Nierensystems, um nach außen zu gelangen (Urogenitalsystem).

10. Die Fortpflanzung ist streng geschlechtlich.

11. Die niedrigsten Wirbeltiere, die **Acranier** (*Amphioxus*), haben keinen Schädel, keine Wirbelsäule, kein Herz, kein Gehörorgan und nur

Rudimente von Hirn und Auge, dagegen Chorda, Rückenmark, contractile Blutgefäße; sie atmen durch Kiemen.

12. Bei den **Cyclostomen** findet sich ein primitiver Schädel, dagegen keine Wirbelsäule, keine paarigen Flossen, keine echten Schuppen und Zähne, ein aus Großhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Kleinhirn und Medulla oblongata bestehendes Hirn mit Augen und Gehörorganen, ein venöses Herz mit Kammer und Vorkammer, beutelförmige Kiemen, eine unpaare Nase.

13. Die echten **Fische** unterscheiden sich von den Cyclostomen durch die Wirbelsäule (meist amphicöle Wirbel), durch die neben den unpaaren Extremitäten vorkommenden paarigen Brust- und Bauchflossen, die Beschuppung der Haut und die paarige Nase; sie atmen ebenfalls durch Kiemen und haben ein aus Kammer und Vorkammer bestehendes venöses Herz.

Die Fische werden in Selachier, Ganoiden, Teleostier, Dipneusten eingeteilt.

15. Die **Selachier** haben ein knorpeliges Skelett, meist eine heterocerke Schwanzflosse, Placoidschuppen der Haut, bedeckte Kiemen, den Conus arteriosus des Herzens, Spiralklappe des Darms, keine Schwimmblase.

16. Sie zerfallen in *Squali* (Haie), *Rajae* (Rochen) und *Holocephalen* (Meerkatzen).

17. Die **Teleostier** haben ein knöchernes Skelett, meist eine homocerke Schwanzflosse, meist Cycloid- oder Ctenoidschuppen, Kammkiemen mit Kiemendeckel, den Bulbus arteriosus, meist Appendices pyloricae und Schwimmblase, keine Spiralklappe.

18. Sie werden eingeteilt in *Physostomen*, *Anacanthinen*, *Acanthopteren*, *Pharyngognathen*, *Plectognathen*, *Lophobranchier*.

19. Die **Ganoiden** bilden eine Übergangsgruppe; sie gleichen den Selachiern in der Anwesenheit des Conus arteriosus und der Spiralklappe des Darmes, den Teleostiern vermöge der Kammkiemen, des Kiemendeckels, der Schwimmblase und der Appendices pyloricae. Sie haben meist Fulcrum und Ganoidschuppen.

20. Die Ganoiden zerfallen in *Chondrostei* mit knorpeligem Skelett und *Euganoides* mit meist knöchernem Skelett.

21. Die **Dipneusten** sind Kiemenatmer, bei denen die Schwimmblase zeitweilig als Lunge in Function tritt; Herz mit beginnender Zweiteilung, Nase mit Choane.

22. Die **Amphibien** haben im Gegensatz zu den Fischen anstatt Flossen pentadactyle Extremitäten, im Gegensatz zu den Reptilien am Schädel einen doppelten Condylus occipitalis; sie besitzen büschelförmige Hautkiemen und Lungen entweder dauernd nebeneinander oder zeitlich derart verteilt, daß die jungen Tiere (Larven) durch Kiemen, die ausgebildeten durch Lungen atmen (Metamorphose!). Das Herz besteht aus einer Kammer und zwei Vorkammern.

23. Die Amphibien werden eingeteilt in Urodelen, Anuren (Batrachier) und Gymnophionen; dazu kommen die fossilen Stegocephalen (Labyrinthodonten).

24. Die **Urodelen** haben viele Wirbel und daher auch einen wohlentwickelten Schwanzabschnitt; entweder behalten sie dauernd die Kiemen (*Perennibranchiaten*) oder wenigstens eine Kiemenspalte (*Dicrotremen*) oder sie verlieren den Kiemenapparat im Lauf der Entwicklung vollkommen (*Salamandrinen*); die Metamorphose ist wenig ausgeprägt.

25. Die **Anuren** haben wenige Wirbel, daher keinen Schwanz, nie Kiemenreste im ausgebildeten Zustand, eine ausgeprägte Metamorphose (die Kaulquappen sind anfangs mit äußeren, später mit inneren Kiemen und Ruderschwanz ausgerüstet, aber anfangs ohne Lunge und ohne Extremitäten).

26. Die **Gymnophionen** haben die Extremitäten verloren und sind blind.

27. Acranier, Cyclostomen, Fische und Amphibien werden als **Anamnioten** zusammengefaßt, weil ihre Embryonen kein Amnion und keine Allantois haben; sie sind poikilotherm (Kaltblüter).

28. **Amnioten** heißen die Reptilien, Vögel und Säugetiere wegen ihrer Embryonalorgane: Amnion und Allantois; sie besitzen nie mehr Kiemenatmung und haben stets als Grundform die pentadactyle Extremität.

29. Die **Reptilien** sind noch poikilotherm, haben ein stark verknöchertes Skelett mit unpaarem Condylus occipitalis und mit einem Os transversum am Schädel, eine stark verhornte Haut; das Herz hat eine doppelte Vorkammer und eine meist unvollkommen zweigeteilte Kammer.

30. Die recenten Reptilien werden eingeteilt in die Lepidosaurier oder Plagiotremen, mit den Ordnungen: Rhynchocephaliden, Saurier und Ophidier, und in die Hydrosaurier, mit den Ordnungen: Chelonier und Crocodilier; fossile Formen sind 1. Pythonomorphen, 2. Pterosaurier, 3. Ichthyosaurier, 4. Plesiosaurier, 5. Dinosaurier, 6. Theromorphen.

31. Die **Lepidosaurier** haben ein durch Häutung sich erneuerndes Kleid von Hornschuppen, eine quere Kloakenspalte und hinter derselben paarige Begattungsorgane.

32. Die **Saurier** mit den Unterordnungen: *Ascalaboten*, *Crassilinguicn*, *Brevilinguicn*, *Fissilinguicn*, *Vermilinguicn*, *Annulaten* haben meist bewegliche Augenlider, ein Trommelfell, vier Extremitäten oder Reste derselben, vor allem fast stets ein Sternum. Die Mundspalte ist nicht dehnbar. Von den Sauriern unterscheiden sich die **Rhynchocephalen** vorwiegend durch ihr feststehendes Quadratum.

33. Die **Ophidier** mit den Ordnungen: *Angiostomen*, *Peropoden*, *Colubriformien*, *Solenoglyphen* haben keine Extremitäten, niemals ein Sternum, kein Trommelfell, Augenlider zu einer Art Cornea verschmolzen, fast stets eine dehnbare Mundspalte, häufig Giftzähne.

34. Die **Hydrosaurier** haben einen Knochen- und Hornpanzer der Haut, ein feststehendes Quadratum und meist einen harten Gaumen: die Kloake ist eine Längsspalte mit unpaarem Penis am vorderen Ende.

35. Die **Chelonier** sind von gedrungenem Körperbau, haben eine aus Knochen und Schildpatt bestehende Skelettkapsel (Plastron + Carapax), keine Zähne, dafür Hornscheiden an den Kiefern (kein Os transversum).

36. Die **Crocodilier** sind langgestreckt, mit langem Ruderschwanz und kegelförmigen, in besonderen Alveolen steckenden Zähnen.

37. Die **Vögel** sind den Reptilien sehr nahe verwandt (Sauropsiden) und teilen mit ihnen den unpaaren Condylus occipitalis; sie unterscheiden sich von ihnen durch die Befiederung der Haut und die vollkommene Sonderung des Herzens in eine linke und rechte Hälfte.

38. Weitere Merkmale der Vögel sind: Homoiothermie (Warmblüter), Pneumaticität der Knochen, Verwachsung der Handknochen, Bildung von Tibiotarsus und Tarsometatarsus (Intertarsalgelenk).

39. Die Vögel werden eingeteilt in *Cursores*, welche keine Furcula (verwachsene Schlüsselbeine) und keine Carina haben, und in *Carinaten* meist mit Furcula und Carina.

40. Zu den *Cursores* gehören die *Strauße*, *Kasuar*, *Kiwis* etc., zu den *Carinaten* die *Gallinaceae*, *Columbinae*, *Natales*, *Grallatores*, *Scansores*, *Passeres*, *Raptatores*.

41. Die *Säugetiere* haben einen doppelten Condylus occipitalis, eine behaarte Haut und Milchdrüsen, die beim Weibchen zum Säugen dienen.

42. Weitere Merkmale der Säugetiere sind die Homoiothermie, die vollkommene Scheidung des Herzens in eine linke und rechte Hälfte, die Umbildung von Teilen des Visceralskeletts zu Hörnöchelchen (Quadratum = Amboß, Articulare = Hammer, Hyomandibulare = Stapes), hohe Entwicklung der Bezahnung (Bewurzelung, meist heterodonte und diphyodonte Beschaffenheit).

43. Die Säugetiere werden eingeteilt in *Monotremen*, *Marsupialier* und *Placentalier*.

44. Die *Monotremen* (*Echidna*, *Ornithorhynchus*, sind eierlegende Säugetiere mit persistenter Kloake, völliger Trennung der Müllerschen Gänge beim Weibchen; sie besitzen ein Coracoid und ein Episternum.

45. Die *Marsupialier* sind lebendig gebärend, doch werden die Embryonen infolge unvollkommener Ernährung (gar keine oder keine echte Placenta) früh geboren und meist in einem Marsupium getragen.

46. Im Skelett ist außer den *Ossa marsupialia* der Winkel des Unterkiefers charakteristisch. Der Urogenitalapparat ist durch den Damm vom After getrennt, Uterus und Scheide sind doppelt: *Didelphier*.

47. Die *Placentalier* erzeugen gut ausgetragene Junge, die im Uterus mittelst der Placenta ernährt werden; sie haben kein Marsupium und keine *Ossa marsupialia*. Die Vagina ist unpaar (*Monodelphier*), der Uterus paarig oder unpaar.

48. Eine rückgebildete Bezahnung (fehlendes oder monophyodontes Gebiß) haben die Krallen tragenden *Edentaten* und die mit Flossen ausgerüsteten *Cetomorphen* (*Sirenen* + *denticete* und *mysticete Cetaceen*).

49. Vorwiegend herbivor sind die huftragenden großen *Ungulaten* (*Perissodactylen* und *Artiodactylen*) und *Proboscider*, die krallentragenden, meist kleinen *Rodentien*.

50. Teils herbivor, teils insectivor sind die mit Flughäuten (*Patagium*) ausgerüsteten *Chiropteren*.

51. Vorwiegend fleischfressend sind die kleinen *Insectivoren* (mit kleinem Eckzahn) und *Carnivoren* (mit starkem Eckzahn und starkem Reißzahn); letztere werden eingeteilt in die landbewohnenden *Fissipedier* und die wasserbewohnenden, Flossen tragenden *Pinnipedier*.

52. Ein mehr oder minder indifferentes Gebiß haben die vorwiegend oder ganz mit Nägeln anstatt Krallen und mit Greifhänden, meist auch Greiffüßen versehenen *Prosimien* und *Primates*; erstere sind niedrig, diese sehr hoch organisiert.

53. Nach der Stellung der Nasenlöcher, der Ausbildung des Schwanzes und der Behaarung, ferner nach der Beschaffenheit des Gebisses und des Fußes werden die Primaten eingeteilt in Affen der neuen Welt (*Platyrrhinen*), Affen der alten Welt (*Catharrhinen*) und Menschen (*Anthropinen*).